SHOUT
SHARE
IT

ACA
0144

HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.
161

Exchange

June 6, 1879.

161

BULLETINS

DE

L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS

DE BELGIQUE.

46me ANNÉE, 2me SÉRIE, T. XLIV.

1877.

BRUXELLES,

F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

MDCCCLXXVII.

BULLETINS

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

BULLETINS

DE

L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS

DE BELGIQUE.

QUARANTE-SIXIÈME ANNÉE. — 2me SÉR., T. XLIV.

BRUXELLES,
F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

1877

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

1877. — N° 7.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 7 juillet 1877.

M. Maus, directeur.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. J.-C. Houzeau, *vice-directeur ;* L. de Koninck, P.-J. Van Beneden, Edm. de Selys Longchamps, H. Nyst, Gluge, F. Duprez, Ern. Quetelet, Ern. Candèze, Ch. Montigny, A. Brialmont, Éd. Dupont, Éd. Morren, C. Malaise, F. Folie, F. Plateau, F. Crépin et Éd. Mailly, *membres;* Th. Schwann et E. Catalan, *associés;* H. Valerius, F.-L. Cornet, G. Van der Mensbrugghe et M. Mourlon, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur transmet, pour la bibliothèque de l'Académie, un exemplaire : 1° des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 1re année, 1875-1876; 2° de la *Revue des questions scientifiques*, publiée par la même Société, 1re année, 1re et 2e livr., janvier et avril 1877; gr. in-8°.

— M. le baron Greindl, secrétaire général de l'association internationale africaine, remercie pour la somme de 513 francs, formant une partie de la souscription de l'Académie à l'œuvre civilisatrice de l'Afrique.

— M. le docteur A. Houzé prie la classe d'accepter pour les archives un billet cacheté portant la date du 16 juin dernier. — Ce dépôt est accepté, après contreseing du directeur et du secrétaire perpétuel.

— L'Institut canadien à Toronto exprime le désir d'entrer en relation d'échange de publications. — Renvoi à la Commission administrative.

— Les Établissements scientifiques dont les noms suivent font parvenir leurs dernières publications :

La Société néerlandaise de zoologie à Rotterdam, l'Académie des sciences de Cracovie, la « Naturforscher Gesellschaft » de Dorpat, « l'Accademia dei Nuovi Lincei » de Rome, l'Académie des sciences de Munich, l'Institut géologique de Vienne, l'Académie des sciences de St-Pétersbourg et le Musée public de Buenos-Ayres.

— La Société des arts et des sciences de Batavia, la « Provinciaal Genootschap van kunsten en wetenschappen » à Bois-le-Duc et la « Smithsonian institution of Washington » remercient pour les dernières publications académiques.

— M. le comte G. de Saporta remercie pour la décision d'impression prise à l'égard de son mémoire sur la *Révision de la flore heersienne de Gelinden*, écrit en collaboration avec M. le docteur Marion.

— M. P.-J. Van Beneden fait hommage de la première partie de sa *Description des ossements fossiles des environs d'Anvers,* qui forme le tome I^er^ des Annales du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. Cette partie, dont l'atlas, composé de 18 planches in-plano, a été offert dans la séance du 7 avril dernier, a pour sujet la description des *Pinnipèdes* ou *Amphithériens.*

M. Van Beneden offre ensuite de la part de M. le professeur G. Capellini de Bologne un exemplaire de l'ouvrage intitulé : *Della Balena di Taranto confrontata con quelle della nuova Zelanda e con talune fossili del Belgio e della Toscana. Con tre tavole.* In-4°.

« Ce travail, dit-il, se rapporte à la Baleine faisant l'objet de la note que j'ai publiée dans le *Bulletin* du mois de juin dernier. »

M. F.-L. Cornet fait hommage d'une brochure intitulée : *Sur un gisement de combustible dans les Alpes transylvaniennes.* Extr. in-8° des Ann. de la Soc. géol de Belgique.

Des remercîments sont votés pour ces dons qui seront déposés dans la bibliothèque de l'Académie.

— La classe renvoie à l'examen de commissaires les travaux manuscrits suivants :

1° *Mémoire sur un compteur électrique*, par M. Achille Brachet. — Commissaires : MM. Montigny et Duprez;

2° *Sur les sous-normales polaires et la courbure des surfaces*, par M. Émile Ghysens. — Commissaires : MM. Catalan, De Tilly et Folie.

CONCOURS DE 1877.

M. le secrétaire perpétuel annonce qu'il a reçu, à la date du 30 juin dernier, un mémoire, avec billet cacheté, en réponse à la question suivante du programme de concours de 1877, dont le terme fatal n'expire que le 1er août prochain :

On demande de nouvelles recherches pour établir la composition et les rapports mutuels des substances albuminoïdes.

Le billet cacheté porte comme devise les deux vers de Lucrèce (De Natura rerum) :

> Aliud ex alio reficit natura, nec ullam
> Rem gigni patitur, nisi morte adjuta aliena.

Les commissaires chargés de faire l'examen de ce travail seront nommés lorsque le concours sera clos.

RAPPORTS.

De l'influence de la forme des corps sur l'attraction qu'ils exercent; par M. C. Lagrange, ancien élève de l'École militaire de Bruxelles.

Rapport de M. G. Van der Mensbrugghe.

« On démontre en statique qu'un corps sphérique homogène ou composé de couches concentriques homogènes attire un point matériel extérieur, comme si toute la masse du corps était réunie à son centre d'inertie ; pour un corps de forme quelconque, ce théorème n'est vrai que d'une manière approchée, et encore faut-il que le point matériel soit à une distance suffisamment grande du corps attirant. D'après cela, il semblait naturel de rechercher les variations qu'éprouve l'attraction exercée par un corps, quand on fait varier non-seulement la quantité de matière attirante, mais encore la façon dont cette matière est distribuée dans l'espace, c'est-à-dire la *forme* du corps. Feu le major Brück avait entrevu la solution de ce problème, mais ses idées, d'ailleurs fort incomplètes et demeurées inédites, attendaient toujours un travailleur qui pût les développer et surtout en montrer toute la fécondité.

Ce travailleur apparaît aujourd'hui; dans le Mémoire qu'il a soumis au jugement de l'Académie, M. Lagrange, ancien élève de l'École militaire, présente une esquisse très-remarquable, selon moi, des lois suivant lesquelles varie l'attraction avec la forme du corps.

Le Mémoire se compose de deux parties, l'une purement théorique et rigoureuse, l'autre, plus ou moins hypothétique, où l'auteur cherche à appliquer les résultats de ses calculs; comme il a manifesté le désir de revoir et de compléter la seconde partie, je ne m'occuperai ici que de la première.

M. Lagrange débute par la remarque suivante: si une masse quelconque se trouve à l'intérieur d'une surface fermée, l'attraction exercée par la masse en question sur un point matériel situé sur cette surface, n'est pas la même quelle que soit la position du point; car l'attraction est une fonction du potentiel du corps considéré par rapport au point pris sur la surface, et devient ainsi susceptible de passer par un maximum et par un minimum.

Si le point matériel est pris sur l'une des surfaces représentées par l'équation

$$\varphi(x, y, z, a) = 0,$$

dans laquelle a est un paramètre variable, et qu'on cherche sur chacune d'elles les points où l'attraction atteint des valeurs extrêmes, le lieu géométrique de ces points se composera d'un certain nombre de lignes que l'auteur nomme, en général, *lignes d'attraction maximum* et lignes d'attraction *minimum* relativement à la famille de surfaces considérée, et d'une façon absolue, *lignes d'attraction maximum* ou *minimum*, si elles se rapportent à une série de sphères concentriques ayant pour centre le centre d'inertie du corps.

L'auteur se pose ensuite le problème suivant: étant donnée une quantité de matière de forme quelconque, chercher l'attraction qu'elle exerce sur un point matériel situé à une distance δ du centre d'inertie du corps.

Dans l'hypothèse où l'on peut négliger $\frac{1}{\delta^5}$, il arrive aux conclusions suivantes :

1° Pour un point quelconque de la surface sphérique de rayon δ, l'attraction est dirigée suivant une droite qui ne coïncide pas avec le rayon de la sphère.

2° La force d'attraction passe, au contraire, par le centre d'inertie, quand la droite qui joint celui-ci au point matériel coïncide avec l'un des axes principaux d'inertie du corps.

3° A égalité de distance du centre d'inertie, l'attraction est un maximum sur l'axe d'inertie minimum, et un minimum sur l'axe d'inertie maximum.

4° Enfin quand l'attraction passe par son maximum, elle est plus grande que si toute la masse était concentrée au centre d'inertie ; au contraire, elle est plus petite que si toute la masse était réunie au centre d'inertie, quand s'opère le passage par le minimum.

M. Lagrange examine ensuite le cas où les axes d'inertie principaux du corps sont en même temps des axes de symétrie, et signale un exemple à l'appui de ce fait curieux que l'inertie minimum ne répond pas toujours à l'attraction maximum, à quelque distance que ce soit du centre d'inertie.

Après avoir obtenu ces résultats fort intéressants, l'auteur démontre qu'à égalité de distance du centre d'inertie, le potentiel est respectivement maximum ou minimum sur les axes d'inertie minimum et maximum du corps; il trouve, en outre, que, dans l'hypothèse où il s'est placé, les surfaces d'égal potentiel ont la forme de sphéroïdes dont les grands axes, les axes moyens et les petits axes coïncident respectivement avec les axes d'inertie minimum, moyen et maximum du corps attirant; de plus, ces sphéroïdes admettent des sections circulaires passant par l'axe moyen d'inertie.

Restait à faire voir l'importance de la propriété concernant la direction de la force attractive exercée sur un point matériel appartenant à une sphère du rayon δ ; dans ce but, M. Lagrange fait passer par le point attiré une surface d'égal potentiel, et prouve, d'une manière bien simple, que le point en question non-seulement tend à se rapprocher du centre d'inertie, mais possède encore un mouvement angulaire autour de ce centre.

Il suit de là, d'après l'auteur, que 1° si le point attiré se meut sur la sphère, il sera, en général, sollicité vers le point d'intersection le plus voisin de la sphère avec l'axe d'inertie minimum ; les deux points d'intersection de cet axe sont donc des positions d'équilibre stable.

2° Si le point est situé dans le plan des axes d'inertie maximum et moyen, il sera sollicité vers l'intersection la plus voisine de la sphère avec l'axe moyen ; les deux points d'intersection de ce dernier sont des positions d'équilibre *stable*, dans le plan dont il s'agit, d'équilibre *instable*, dans le plan des axes maximum et minimum, et d'équilibre *indifférent*, dans les plans des sections circulaires des surfaces d'égal potentiel.

3° Si le point attiré est libre, il y a à la fois mouvement direct vers le centre d'inertie, mouvement angulaire du rayon vecteur vers l'axe d'attraction maximum, et mouvement angulaire du plan de cet axe et du rayon vecteur vers le plan des axes d'inertie moyen et minimum.

L'auteur termine l'exposé de ces diverses déductions en démontrant que, si l'on peut négliger $\frac{1}{\delta^5}$, une masse quelconque agit comme si elle était symétrique par rapport aux trois plans déterminés par les trois axes principaux d'inertie, et imagine une distribution fort simple de matière pouvant tenir lieu de la masse donnée.

M. Lagrange aborde alors le cas général de l'attraction réciproque de deux masses quelconques.

Il cherche d'abord comment, étant donnée la distance des centres d'inertie des deux masses, celles-ci doivent être placées l'une par rapport à l'autre, pour que l'action réciproque soit un maximum ou un minimum ; il trouve que l'attraction mutuelle est respectivement maximum ou minimum, quand les axes d'inertie minimum ou maximum des deux masses coïncident, les autres axes d'inertie étant parallèles deux à deux.

Comme on pouvait le prévoir d'après les résultats exposés précédemment, quand l'action atteint son maximum, elle est plus grande que si les masses étaient condensées en leurs centres d'inertie; elle est moindre dans le cas du minimum.

L'auteur établit ensuite les moments de rotation de l'une des masses qu'il suppose douée d'un point fixe ; il fait remarquer que ces moments de rotation ne dépendent pas de la forme des deux masses considérées, mais uniquement de celle de la masse douée d'un point fixe.

Il passe enfin au cas où le mouvement de chacune des deux masses est libre, et arrive à conclure qu'elles tournent sur elles-mêmes, avec une tendance constante à amener en coïncidence leurs axes d'inertie minimum.

Je n'insisterai pas sur les applications que l'auteur se propose de faire à la mécanique céleste et à la mécanique moléculaire ; j'estime toutefois qu'il faut attendre avec quelque impatience le moment où il aura mis la dernière main au travail qu'il nous promet à cet égard.

On voit, d'après l'analyse succincte qui précède, que le Mémoire de M. Lagrange présente un puissant intérêt en lui-même ; j'ajouterai que les applications auxquelles il donnera lieu, ne pourront manquer d'en augmenter encore la valeur.

C'est assez dire que, de même que mon savant confrère M. Folie (1), je regarde le Mémoire de M. Lagrange comme pouvant occuper une place très-honorable dans l'un des Recueils de l'Académie; en conséquence, j'ai l'honneur de proposer à la classe d'ordonner l'impression de la partie théorique (la seule dont je me suis occupé) au Bulletin de la séance, et d'adresser des remercîments à l'auteur pour son importante communication. »

Rapport de M. Catalan.

« Après le lumineux rapport que l'on vient de lire, je n'ai rien de mieux à faire qu'à me rallier aux conclusions de notre honorable confrère, M. Van der Mensbrugghe. Cependant, je poserai une objection, ou plutôt une simple question, à l'intelligent auteur du Mémoire.

Après avoir mis la valeur de u sous la forme

$$\sqrt{\delta^2 + \rho^2 - 2(\alpha x + \beta y + \gamma z)},$$

M. Lagrange pose

$$\alpha x + \beta y + \gamma z = \varphi;$$

puis il développe, par la formule du binôme,

$$\left[1 - \frac{\varphi - \frac{1}{2}\rho^2}{\frac{1}{2}\delta^2}\right]^{-\frac{1}{2}}.$$

---

(1) Voir *Bulletins de l'Acad.*, 2^{me} série, t. XLIII, p. 472.

La série ainsi formée est-elle convergente ?

Ce n'est pas tout : au lieu d'introduire cette quantité φ, qui représente $\delta\rho$ cos θ, et qui détruit l'homogénéité des formules, pourquoi l'honorable auteur n'a-t-il pas fait usage des développements imaginés depuis près d'un siècle ? Pourquoi n'a-t-il pas eu recours aux fonctions X_n de Legendre ? Si, comme je le suppose, il a eu de bonnes raisons pour employer la série du binôme, il aurait dû, peut-être, les indiquer.

Encore un mot. M. Lagrange connaît-il le *Principe général de la Philosophie naturelle*, par Boucheporn, (1853). Cet ouvrage, tombé dans l'oubli, est certainement, comme le Mémoire actuel, l'œuvre d'un Géomètre doublé d'un Philosophe. »

Rapport de M. De Tilly.

« Je me rallie aux conclusions de mes honorables confrères.

Comme votre premier commissaire, j'engage M. Lagrange à poursuivre ses recherches et j'exprime le vœu que le travail intelligent et persévérant de ce jeune géomètre, mon ancien élève à l'École militaire, ait pour résultat de mettre en pleine lumière le génie encore méconnu d'un autre ancien élève de la même École, enlevé prématurément à la science.

L'auteur pourrait faire droit à l'observation de M. Catalan en démontrant la convergence de la série employée dans le Mémoire, ce qui est facile, eu égard à l'hypothèse faite sur la valeur de δ. »

Conformément aux conclusions favorables de ces trois rapports, la classe vote des remercîments à l'auteur et décide l'impression de la première partie de son travail dans le *Bulletin* de la séance.

Recherches sur la coagulation du sang, 1re partie; par M. Léon Fredericq.

Rapport de M. Melsens.

« Le mémoire soumis à notre examen est divisé en trois chapitres : le premier comprend une revue bibliographique des travaux publiés sur la coagulation du sang; ce chapitre me paraît bien traité, mais je compte absolument sur l'examen détaillé qu'en fera mon savant confrère M. Schwann, à qui le mémoire aurait dû être remis comme devant être premier commissaire pour un travail de physiologie. En effet, les expériences de chimie rapportées principalement dans le chapitre II, peuvent, jusqu'à un certain point, être considérées, malgré leur importance, comme un accessoire, comparativement à l'importance du travail au point de vue physiologique. Il me serait impossible dans ce moment de répéter ou de vérifier les points constatés et décrits dans le chapitre II; mais il résulte d'un examen attentif que l'auteur me paraît les avoir faites avec beaucoup de soin et que les conclusions qu'il en tire sont parfaitement justifiées.

La coagulation du sang, comme on sait, peut être retardée à tel point que les globules rouges ont le temps de se déposer avant la formation du caillot de fibrine qui les emprisonne ordinairement; dans ce cas, le sérum décanté se coagule à la façon du sang complet et la fibrine se forme dans le liquide incolore; elle était en dissolution dans le sérum avec les autres matières albuminoïdes solubles et coagulables par la chaleur.

L'auteur prouve qu'il existe une matière albuminoïde particulière qui jouit de la propriété de se coaguler complétement à une température comprise entre 55° C et 57° C, mais qui ne doit pas dépasser 64° C, si on veut l'obtenir pure, sans mélange avec les autres matières que la chaleur coagule à une température plus élevée.

C'est à cette substance particulière coagulable avant toutes les autres que M. L. Fredericq donne le nom de *fibrinogène,* comme A. Schmidt l'avait proposé depuis longtemps pour une matière autrement définie et préparée. Le fibrinogène, en se coagulant spontanément, au sein du liquide albumineux produit la fibrine.

L'auteur a fait des analyes comparées dont il se propose de donner les détails, mais il se contente, dans ce premier mémoire, de décrire une seule analyse quantitative et comparative de fibrinogène et de fibrine dosées dans le même sérum; il ajoute que toutes les analyses qu'il a faites lui ont donné des résultats analogues.

Dans l'analyse décrite avec détail, il opère sur $38^{gr},03$ de plasma, qui, toute correction faite, lui ont donné $0^{gr},1633$ de fibrinogène, soit $0^{gr},4299$ p. °/₀ du plasma employé et coagulé par une température qui n'a pas dépassé 62° C. Une seconde portion du même plasma est soumise au battage dans l'appareil de M. Hoppe-Seyler et livre, toute correction faite, une quantité de fibrine de $0^{gr},151$, ce qui correspond à $0^{gr},375$ p. °/₀. Il ressort de la comparaison des résultats qu'une partie du fibrinogène a dû être transformée en une autre substance que la fibrine; c'est environ la huitième partie, ou 12,79 p. °/₀, qui échappe à la transformation, la fibrine provenant de 100 parties de fibrinogène ne s'élevant qu'à 87,21 p. °/₀.

Je puis me dispenser de donner les détails de cette analyse que l'auteur paraît avoir faite avec beaucoup de soin; mais comme la quantité de produits obtenus est très-faible, on pourrait avoir quelque doute sur leur exactitude; aussi l'auteur a-t-il cherché à se rendre compte de la limite des erreurs qu'un dosage, fait dans des conditions pareilles, comporte; il a dosé le fibrinogène dans trois portions du même liquide en se plaçant dans des circonstances un peu différentes.

Le plasma analysé lui a fourni les résultats suivants :

1er dosage	0,2878	pour cent.
2e —	0,295	—
3e —	0,267	—
Somme . . .	0,850	
Moyenne. . .	0,283	

limites d'exactitude parfaitement acceptables dans des dosages aussi délicats.

Le chapitre III du mémoire traite la question de la transformation du fibrinogène en fibrine; c'est une question purement physiologique dont je prie mon savant confrère de faire l'examen; il a autorité pour décider si, réellement, il faut regarder la transformation du fibrinogène en fibrine comme un phénomène se rattachant aux fermentations et s'il y a lieu d'admettre avec quelques physiologistes qu'il existe un ferment particulier capable de provoquer cette transformation; ajoutons cependant de suite que la nature de ce *ferment* est absolument inconnue et que l'auteur, tout en se servant du mot, ne préjuge rien sur son origine ou ses propriétés.

L'auteur termine son mémoire par un résumé que je traduis très-succinctement dans ce rapport provisoire et sommaire, en appelant l'attention sur la partie chimique du travail; il résulte des faits consignés que le sang renfermé à l'intérieur du système circulatoire renferme au moins dans le plasma trois substances albuminoïdes coagulables par la chaleur mais qui se distinguent par la température à laquelle elles deviennent insolubles :

1° Le fibrinogène qui se coagule à 56° C.

2° La paraglobuline id. id. à 75° C.

3° L'albumine du sérum, dont la coagulation commence à 66° C.

C'est la partie du sang dont la coagulation se fait à une température inférieure à 66° C qui seule est capable de se transformer en fibrine; lorsque le sang ou le plasma sont privés de cette substance, ils ne donnent plus de fibrine.

Je regrette vivement que le mémoire de M. Fredericq n'ait pas été d'abord soumis à l'examen de mon savant confrère; mon rapport a dû prendre cette forme sommaire afin que M. Schwann ait tout le temps nécessaire pour l'examiner et qu'au besoin il puisse répéter quelques expériences. Quoi qu'il en soit, je considère ce premier travail comme digne de l'approbation de l'Académie et j'engage vivement M. Fredericq à poursuivre ses expériences.

J'ai l'honneur de proposer à la classe : 1° l'insertion du travail dans le recueil des Mémoires in-8° et 2° de voter des remercîments à l'auteur. »

Rapport de M. Schwann.

« L'auteur commence son travail par un aperçu historique dont nous ne relèverons que les points qui peuvent faire apprécier son ouvrage. On sait depuis Hewson que différents sels, mêlés au sang, en retardent la coagulation. Denis (1842) suivit cette méthode en conduisant le sang sortant d'une veine dans une solution de sulfate sodique. Les globules rouges ont alors le temps avant la coagulation de s'abaisser au-dessous de la surface et après quelques heures on peut enlever par une pipette un liquide limpide, le plasma, qui se coagulerait plus tard. Mais Denis ajoute alors du chlorure de sodium et produit par là un précipité floconneux d'une substance albuminoïde, qu'il a appelé *plasmine*. Il la redissout dans l'eau peu salée et cette solution se coagule spontanément comme le sang même. D'après Denis la coagulation est un dédoublement de la plasmine en deux autres substances, la *fibrine concrète* et la *fibrine dissoute*.

Buchanan (1848) fit la découverte que le liquide de l'hydrocèle se coagule, si l'on y ajoute du sang défibriné. Ceci fut le point de départ des importants travaux d'Alexandre Schmidt.

Alexandre Schmidt prouva que dans cette expérience c'est le sérum du sang défibriné qui contient la substance active et qu'on peut l'en précipiter en étendant le sérum avec beaucoup d'eau et en introduisant un courant d'anhydride carbonique. Ce précipité, appelé par Schmidt *substance fibrinoplastique* coagule le liquide de l'hydrocèle. On l'appelle aussi la paraglobuline. Alexandre Schmidt isola aussi par une méthode analogue la substance enfermée dans le liquide de l'hydrocèle sur laquelle la substance fibrinoplastique agit et il l'appela *fibrinogène.*

Schmidt admet que les deux substances existent dans le plasma et produisent la fibrine par leur réaction réciproque (non pas par leur combinaison). Après la coagulation du sang, la substance fibrinoplastique reste en excès dans le sérum. D'après Schmidt il faut pour la coagulation outre ces deux substances encore une troisième, un ferment spécial qui dérive des globules blancs et qui se forme lorsque le sang est soustrait à l'organisme. On peut l'isoler, d'après Schmidt, en la précipitant du sérum par beaucoup d'alcool qui doit y séjourner plusieurs mois et en dissolvant les flocons précipités dans de l'eau distillée peu salée. Cette solution doit être traitée par un courant d'anhydride carbonique.

Dernièrement (1875 et 1876), Olof Hammarsten a émis une nouvelle théorie, d'après laquelle le fibrinogène seul intervient dans la production de la fibrine; au moment de la coagulation il se transforme en partie en fibrine, en partie en substance fibrinosplastique dont une autre partie préexiste déjà dans le plasma.

Le fibrinogène et la substance fibrinoplastique sont évidemment des substances différentes puisqu'elles doivent se trouver ensemble pour qu'il y ait coagulation. Mais leur propriétés chimiques connues sont tellement ressemblantes entre elles qu'on ne peut pas les distinguer l'une de l'autre. Hammarsten croit avoir isolé le fibrinogène; mais Alexandre Schmidt, dans un mémoire publié depuis peu, prouve que sa préparation n'est qu'un mélange de plusieurs espèces de globulines.

Le mérite principal du travail de M. Fredericq consiste en ce qu'il a trouvé une méthode qui permet d'isoler le fibrinogène dans le plasma et d'en déterminer exactement la quantité. La propriété distinctive sur laquelle repose la méthode de M. Fredericq est celle que le fibrinogène, dans les circonstances où il se trouve dans le plasma sanguin, se coagule exactement entre 55 et 56° C, tandis que les autres corps albuminoïdes du plasma sanguin, la substance fibrinoplastique et l'albumine exigent une température notablement supérieure, respectivement 75° et 66° C, et ne se coagulent pas brusquement comme le fibrinogène mais lentement et plus ou moins complétement suivant la température.

On sait que le sang des solipèdes, surtout celui du cheval, a la propriété précieuse de laisser descendre vite les globules rouges du sang et de rester longtemps liquide. On peut retarder encore la coagulation par le froid ou par des sels alcalins ou en laissant le sang dans des veines liées à leurs deux extrémités et excisées.

M. Fredericq a employé surtout le dernier moyen, en préparant sur des chevaux fraîchement tués la veine jugulaire qui regorgeait de sang. La veine fut liée près de sa terminaison, et ensuite à son origine près de la mâchoire inférieure, puis excisée et verticalement suspendue. Elle avait une longueur d'environ 60 centimètres. Grâce à la coagulation tardive, les globules descendaient dans la partie inférieure de la veine et la partie supérieure était remplie d'un plasma liquide et limpide. Une ligature fut appliquée sur la limite des deux liquides.

Kühne a employé le premier la méthode des coagulations successives pour séparer les substances albuminoïdes du plasma musculaire, Fredericq l'a appliquée au sang. Il renferme le segment de la veine jugulaire rempli de plasma dans un tube en verre à parois minces contenant en outre un thermomètre. Le tube bouché est placé dans un bain d'eau dont un second thermomètre indique la température. On chauffe si lentement que les deux thermomètres ne diffèrent que de 0,1 à 0,2° C. M. Fredericq a chauffé ainsi à 55,5° pendant plusieurs minutes et le plasma était encore liquide et se coagulait hors de la veine. Un second segment de la même veine chauffé à 56° C contenait un plasma qui ne se coagulait plus. Une addition de sérum à ce plasma resté liquide ne fit pas revenir la coagulation.

A cette température il se montre dans le plasma un précipité granuleux, formant des flocons séparables par filtration. Le liquide filtré est limpide et reste ainsi jusqu'à 65° ou 66° C où tout sérum devient opalescent pour se coaguler complétement par une température supérieure.

La substance coagulable à 56 degrés n'existe pas dans le sérum : elle disparaît donc complétement dans la coagulation de la fibrine du sang. Elle est le *fibrinogène* de Schmidt. Elle appartient au groupe des globulines de Hoppe; elle est précipitée par le chlorure de sodium en excès. Si l'on ajoute du sel marin au plasma, on obtient un précipité floconneux qui constitue la plasmine de Denis; le fibrinogène en représente une partie, mais il y a en outre une autre substance albuminoïde, car si on filtre une solution de plasmine après la coagulation à 57°, on peut précipiter par une température plus haute (75°) une autre substance qui porte les caractères de la paraglobine ou fibrine soluble de Denis. Cette substance ne se forme donc pas par dédoublement de la plasmine : elle existe dans le plasma avant la coagulation.

La méthode découverte par M. Fredericq fournit le fibrinogène coagulé en état pur; dès lors il devient possible aussi d'en déterminer la quantité. L'auteur a fait une analyse comparative du sang de cheval et il y a trouvé $0^{gr},4299$ p. $^{0}/_{0}$ de fibrinogène. Le même sang ne donnait que $0^{gr},375$ p. $^{0}/_{0}$ de fibrine, donc plus de fibrinogène que de fibrine et ce résultat fut confirmé par plusieurs autres expériences. M. Fredericq en tire la conclusion qu'une partie du fibrinogène se transforme en une autre substance que la fibrine. Ce fait me semble mériter la plus grande attention et donner lieu à une nouvelle série d'expériences.

Dans un troisième chapitre, portant le titre : Transformation du fibrinogène en fibrine, M. Fredericq communique l'observation qu'il a faite que le sang de cheval se coagule beaucoup plus tard, si on le laisse couler directetement de la veine dans une solution de sulfate magnésique que, si on le recueille d'abord dans un autre vase et qu'on le verse après dans la solution. Le sang, dès son issue de l'organisme, subit, dit-il, avant la coagulation des changements qui favorisent celle-ci; il appelle cela la *période latente de la coagulation.* Il admet avec Schmidt que la transformation du fibrinogène en fibrine s'opère sous l'influence d'un agent qui prend naissance pendant la période latente, probablement du ferment découvert par Alexandre Schmidt. Nous avons donné plus haut la préparation de cette substance. Quelques gouttes de cette liqueur, ajoutées à une solution à coagulation tardive, chauffée à 33° C, produisirent la coagulation après 40 minutes, tandis que la même solution avec un nombre égal de gouttes d'eau distillée n'était pas encore coagulée après plusieurs heures.

Ce ferment doit se former au moment où le sang quitte l'organisme et M. Fredericq admet avec Alexandre Schmidt que les globules blancs du sang favorisent cette formation. Quelques expériences qu'il a faites confirment cette opinion.

Quel est le *primum movens* de la coagulation ou quelle est l'influence extérieure qui provoque la formation du ferment de la fibrine? M. Fredericq considère comme telle les corps étrangers dont M. Glénard a montré la grande influence en introduisant des aiguilles d'or ou d'acier dans les veines excisées de cheval. Suivant cet exemple et voulant exclure autant que possible les germes qui pouvaient adhérer à la surface des aiguilles, M. Fredericq introduisit trois aiguilles de verre fraîchement préparées devant la lampe, dans une veine de cheval, divisée par quatre ligatures en cinq compartiments. Après 12 heures les cinq segments furent ouverts; les deux segments intacts étaient remplis de sang liquide; les trois autres présentaient un caillot autour de chaque aiguille de verre et en outre une portion restée liquide qui se coagula après.

Le mémoire de M. Fredericq se termine par quelques expériences tendant à prouver que la fluidité persistante du sang à l'intérieur d'un segment veineux isolé doit être attribuée à l'absence du ferment : la paroi d'une veine isolée n'a pas d'action anticoagulatrice.

En résumé, le travail de M. Fredericq mérite à un haut degré l'attention des physiologistes : la découverte qu'il a faite d'une méthode de distinguer le fibrinogène des autres corps albuminoïdes par la température de coagulation, de l'isoler et de le doser quantitativement est un grand pas vers la solution de la question de la coagulation du sang, question qui intéresse au même degré la chimie et la physiologie. J'espère que l'auteur voudra continuer ses recherches et nous en communiquer les résultats.

En attendant, j'ai l'honneur de proposer à la classe d'adresser des remercîments à l'auteur et de faire imprimer son mémoire dans le *Bulletin* de l'Académie. »

La classe, adoptant les conclusions favorables de ses deux commissaires, a voté des remercîments à l'auteur et a décidé l'impression de sa communication dans le *Bulletin* de la séance.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

M. de Koninck met sous les yeux de ses confrères un échantillon de kaolinite écailleux trouvé à Quenast et qui fait l'objet d'un travail de son fils, Lucien, lequel n'a pu le terminer pour la séance actuelle ; il espère pouvoir communiquer ce travail à la prochaine séance, qui aura lieu le samedi 4 août.

De l'influence de la forme des corps sur leur attraction (1) (extrait d'un travail sur les faits généraux du monde physique); par M. C. Lagrange, ancien élève à l'École militaire de Bruxelles.

1. L'attraction exercée par une masse sur un point matériel dépend non-seulement de la quantité de matière, mais encore de la manière dont cette matière est répartie dans l'espace pour former la masse, c'est-à-dire de sa *forme.*

2. Si un corps de forme quelconque se trouve à l'intérieur d'une surface fermée, un point matériel placé sur cette surface ne sera pas attiré avec une égale énergie, en quelque lieu de la surface qu'il se trouve. Cela est visible, car l'attraction est fonction d'une quantité variable avec les distances du point matériel attiré à chacune des molécules du corps attirant. Cette quantité variable a été nommée *potentiel.*

---

(1) Dans ses notes manuscrites R. Brück appelle axe d'attraction maximum ou minimum d'une masse les directions suivant lesquelles, à égale distance d'un point donné, l'attraction de la masse est maximum ou minimum. Ces axes sont, d'après lui, les lignes autour desquelles l'accumulation de la matière est maximum ou minimum (axes d'inertie minimum ou maximum). Dans les mouvements des corps soumis à leur attraction réciproque, ces axes tendent à coïncider.

Les calculs que je présente ici sont la première esquisse d'une solution mathématique de la question.

L'attraction n'étant pas la même en tous les points de la surface extérieure au corps, il y aura nécessairement des points où elle atteindra des valeurs extrêmes, maxima ou minima. Supposons que la surface appartienne à la famille représentée par

$$\varphi(xyza) = 0,$$

a étant un paramètre variable; x, y, z les coordonnées des points de la surface.

Si l'on cherche sur chacune des surfaces données par des valeurs déterminées de a, les points où l'attraction exercée par le corps atteint ses valeurs extrêmes, le lieu géométrique de ces points quand on fera varier a d'une manière continue, se composera d'un certain nombre de lignes que nous nommerons *lignes d'attraction maximum* et *lignes d'attraction minimum* du corps relativement à la famille de surfaces considérée.

3. La famille de surfaces la plus simple dans le cas actuel, se compose d'une série de sphères concentriques ayant pour centre le centre d'inertie du corps.

A égalité de distance du centre d'inertie, c'est-à-dire sur une sphère décrite de ce point comme centre, il existe des points de maximum et de minimum d'attraction; le lieu géométrique de ces points quand le rayon de la sphère varie, constitue ce que j'appelle d'une façon absolue les *lignes d'attraction maximum* et *minimum* du corps.

Il s'agit de se faire une idée aussi exacte que possible de ces lignes qui jouent un grand rôle dans les mouvements des corps qui s'attirent.

4. Je ne m'arrêterai pas à prouver que pour un système quelconque des points matériels, ces lignes ne sont pas en général des lignes droites, c'est-à-dire des *axes* d'attraction maximum ou minimum.

Pour une masse attirante quelconque on ne peut avoir que des données approximatives sur les lignes en question.

Nous verrons plus loin jusqu'à quel point on peut confondre ces lignes avec des droites, pour une masse quelconque et le cas où ces lignes d'attraction extrême sont réellement des lignes droites ou *axes d'attraction.*

5. Soient : M une quantité de matière de forme quelconque;

m un point matériel extérieur à M;

u la distance de m à l'infiniment petit dm de M;

δ la distance de m au centre O des coordonnées rectangulaires Ox, Oy, Oz;

ρ la distance de dm à l'origine O;

α, β, γ les coordonnées de m;

x, y, z les coordonnées de dm.

Le potentiel de l'attraction R de M sur m est

$$\mathrm{T} = \int \frac{dm}{u},$$

l'intégrale s'étendant à toute la masse M.

Or

$$\begin{aligned} u &= \sqrt{(\alpha - x)^2 + (\beta - y)^2 + (\gamma - z)^2} \\ &= \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 + x^2y^2z^2 - 2(\alpha x + \beta y + \gamma z)}. \end{aligned}$$

Posons

$$\alpha x + \beta y + \gamma z = \varphi.$$

La valeur de u prend la forme

$$u = (\delta^2 + \rho^2 - 2\varphi)^{\frac{1}{2}}.$$

En développant $\frac{1}{u}$ nous obtenons :

$$\frac{1}{u}=\frac{1}{\delta}+\frac{1}{\delta^3}\left(\varphi-\frac{1}{2}\rho^2\right)+\frac{1.3}{1.2}\frac{\left(\varphi-\frac{1}{2}\rho^2\right)^2}{\delta^5}$$
$$+\frac{1.3.5}{1.2.3}\cdot\frac{\left(\varphi-\frac{1}{2}\rho^2\right)^3}{\delta^7}+\frac{1.3.5.7}{1.2.3.4}\cdot\frac{\left(\varphi-\frac{1}{2}\rho^2\right)^4}{\delta^9}+\cdots$$

et T devient :

$$\mathrm{T}=\frac{\mathrm{M}}{\delta}+\frac{1}{\delta^3}\int\left(\varphi-\frac{1}{2}\rho^2\right)dm+\frac{1.3}{1.2\delta^5}\int\left(\varphi-\frac{1}{2}\rho^2\right)^2dm$$
$$+\frac{1.3.5}{1.2.3}\cdot\frac{1}{\delta^7}\int\left(\varphi-\frac{1}{2}\rho^2\right)^3dm+\cdots$$

Les composantes X, Y, Z de l'attraction R, parallèles aux axes coordonnés, s'obtiennent en différentiant T par rapport à α, β, γ; on a

$$\frac{\mathrm{X}}{m}=-\frac{d\mathrm{T}}{d\alpha},\quad\frac{\mathrm{Y}}{m}=-\frac{d\mathrm{T}}{d\beta},\quad\frac{\mathrm{Z}}{m}=-\frac{d\mathrm{T}}{d\gamma}\,.$$

On a par la différentiation :

$$\frac{d\mathrm{T}}{d\alpha}=\left\{\begin{array}{l}\dfrac{-\mathrm{M}\alpha+\int xdm}{\delta^3}+\dfrac{\frac{1.3}{1.2}\cdot 2\int\left(\varphi-\frac{1}{2}\rho^2\right)xdm-\frac{1.3}{1}\alpha\int\left(\varphi-\frac{1}{2}\rho^2\right)dm}{\delta^5}\\[2ex]+\dfrac{\frac{1.3.5}{1.2.3}3\int\left(\varphi-\frac{1}{2}\rho^2\right)^2xdm-\frac{1.3.5}{1.2}\alpha\int\left(\varphi-\frac{1}{2}\rho^2\right)^2dm}{\delta^7}\\[2ex]+\dfrac{\frac{1.3.5.7}{1.2.3.4}4\int\left(\varphi-\frac{1}{2}\rho^2\right)^3xdm-\frac{1.3.5.7}{1.2.3}\alpha\int\left(\varphi-\frac{1}{2}\rho^2\right)^3dm}{\delta^9}\\[2ex]+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\end{array}\right.$$

On obtiendrait des valeurs analogues pour $\frac{d\mathrm{T}}{d\beta}$ et $\frac{d\mathrm{T}}{d\gamma}$ en remplaçant α par β et γ, et x par y et z.

Prenons actuellement pour origine le centre d'inertie de la masse M et faisons passer l'un des axes, par exemple l'axe des Z, par le point attiré m, ce qui entraîne les conditions :

$$\alpha = 0, \quad \beta = 0, \quad \gamma = \delta;$$

$$\int x dm = 0, \quad \int y dm = 0, \quad \int z dm = 0.$$

Les valeurs de $\frac{\mathrm{X}}{m}$, $\frac{\mathrm{Y}}{m}$, $\frac{\mathrm{Z}}{m}$ sont alors :

$$\frac{\mathrm{X}}{m} = -\frac{1}{\delta^5}\frac{1.5}{1}\int\left(\delta z - \frac{1}{2}\rho^2\right) x dm - \frac{1}{\delta^7}\cdot\frac{1.5.5}{1.2}\int\left(\delta z - \frac{1}{2}\rho^2\right)^2 x dm$$
$$-\frac{1}{\delta^9}\cdot\frac{1.5.5.7}{1.2.5}\int\left(dz - \frac{1}{2}\rho^2\right)^3 x dm - \cdots$$

$$\frac{\mathrm{Y}}{m} = -\frac{1}{\delta^5}\frac{1.5}{1}\int\left(\delta z - \frac{1}{2}\rho^2\right) y dm - \frac{1}{\delta^7}\cdot\frac{1.5.5}{1.2}\int\left(\delta z - \frac{1}{2}\rho^2\right)^2 y dm$$
$$-\frac{1}{\delta^9}\cdot\frac{1.5.5.7}{1.2.5}\int\left(\delta z - \frac{1}{2}\rho^2\right)^3 y dm - \cdots$$

$$\frac{\mathrm{Z}}{m} = \frac{\mathrm{M}}{\delta^2} + \frac{1}{\delta^4}\cdot\frac{1.5}{1}\int\left(\delta z - \frac{1}{2}\rho^2\right) dm + \frac{1}{\delta^6}\cdot\frac{1.5.5}{1.2}\int\left(\delta z - \frac{1}{2}\rho^2\right)^2 dm$$
$$+\frac{1}{\delta^8}\cdot\frac{1.5.5.7}{1.2.5}\int\left(\delta z - \frac{1}{2}\rho^2\right)^3 dm + \cdots - \frac{1}{\delta^5}\cdot\frac{1.5}{1}\int\left(\delta z - \frac{1}{2}\rho^2\right) z dm$$
$$-\frac{1}{\delta^7}\cdot\frac{1.5.5}{1.2}\int\left(\delta z - \frac{1}{2}\rho^2\right)^2 z dm - \frac{1}{\delta^9}\cdot\frac{1.5.5.7}{1.2.5}\int\left(\delta z - \frac{1}{2}\rho^2\right)^3 z dm - \cdots$$

Ou, en développant par rapport aux puissances décroissantes de δ :

$$\left\{\begin{aligned}
\frac{X}{m} &= -\frac{1}{\delta^4}\cdot\frac{1.3}{1}\int zxdm + \frac{1}{\delta^5}\left[\frac{1.3}{1}\cdot\frac{1}{2}\int\rho^2xdm - \frac{1.3.5}{1.2}\int z^2xdm\right] \\
&\quad + \frac{1}{\delta^6}\left[\frac{1.3.5}{1.2}\int\rho^2zxdm - \frac{1.3.5.7}{1.2.3}\int z^3xdm\right] + \cdots \\
\frac{Y}{m} &= -\frac{1}{\delta^4}\cdot\frac{1.3}{1}\int zydm + \frac{1}{\delta^5}\left[\frac{1.3}{1}\cdot\frac{1}{2}\int\rho^2ydm - \frac{1.3.5}{1.2}\int z^2ydm\right] \\
&\quad + \frac{1}{\delta^6}\left[\frac{1.3.5}{1.2}\int\rho^2zydm - \frac{1.3.5.7}{1.2.3}\int z^3ydm\right] + \cdots \\
\frac{Z}{m} &= \frac{M}{\delta^2} + \frac{1.3}{1}\cdot\frac{1}{\delta^4}\left[-\int z^2dm + \frac{5}{2}\int z^2dm - \frac{1}{2}\int\rho^2dm\right] \\
&\quad + \frac{1}{\delta^5}\left[\frac{1.3}{1}\cdot\frac{1}{2}\int\rho^2zdm - \frac{1.3.5}{1.2}\int z^3dm - \frac{1.3.5}{1.2}\int\rho^2zdm + \frac{1.3.5.7}{1.2.3}\int z^3dm\right] + \cdots
\end{aligned}\right.$$

On voit que la composante de l'attraction suivant la ligne qui joint le point attiré au centre d'inertie du corps attirant est d'un ordre supérieur aux composantes X et Y dont la résultante $\sqrt{X^2 + Y^2}$ est normale à cette ligne, dès que la distance δ devient très-considérable relativement aux dimensions du corps attirant.

Les coefficients des puissances de δ dépendent de la forme de la masse M.

Quand δ est petit, les composantes X et Y sont comparables à Z; à mesure que δ augmente, X, Y et Z diminuent, mais X et Y bien plus rapidement que Z.

En prenant δ assez grand pour que l'on puisse négliger les termes en $\frac{1}{\delta^5}$, on obtiendra

$$\frac{X}{m} = -\frac{3}{\delta^4}\int zxdm,$$

$$\frac{Y}{m} = -\frac{3}{\delta^4}\int zydm,$$

$$\frac{Z}{m} = \frac{M}{\delta^2} + \frac{3}{2}\cdot\frac{1}{\delta^4}\left(3\int z^2dm - \int\rho^2dm\right).$$

La valeur de Z se transforme en remarquant que

$$\int z^2 dm = \int \rho^2 dm - \int (x^2 + y^2) dm = \int \rho^2 dm - \mu,$$

μ étant le moment d'inertie de la masse M autour de la droite qui joint le centre d'inertie au point attiré. On a donc :

$$\frac{Z}{m} = \frac{M}{\delta^2} + \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{\delta^4} \left(2 \int \rho^2 dm - 3\mu\right).$$

Ces valeurs montrent qu'en tous les points de la sphère de rayon δ ayant son centre au centre d'inertie de M, l'attraction n'est pas dirigée suivant le rayon, excepté aux points d'intersection de cette sphère et des axes d'inertie principaux de la masse. En effet, si l'on fait coïncider successivement l'axe des Z avec chacun des trois axes principaux du corps, on aura dans ces trois positions

$$\int zx dm = 0, \quad \int zy dm = 0,$$

donc $X = 0$, $Y = 0$.

De plus Z atteindra ses valeurs extrêmes quand μ atteindra les siennes, mais au maximum I et au minimum I″ de μ répondront respectivement le minimum et le maximum de Z.

R étant l'attraction résultante, on a

$$R^2 = X^2 + Y^2 + Z^2,$$

d'où

$$R dR = X dX + Y dY + Z dZ.$$

Aux points d'intersection d'une sphère de rayon δ, assez grand pour qu'on puisse négliger $\frac{1}{\delta^5}$, avec les axes principaux de la masse, on a

$$X = 0, \quad Y = 0, \quad dZ = 0 \ (d^2Z \lesseqgtr 0 \text{ suivant qu'il s'agit de l'axe d'inertie min. ou max.}).$$

Donc $dR = 0$.

A égalité de distance du centre d'inertie *l'attraction est maximum sur l'axe d'inertie minimum et minimum sur l'axe d'inertie maximum.*

On remarquera en outre que sur l'axe d'inertie maximum l'attraction est moindre que si toute la masse était concentrée au centre d'inertie et que sur l'axe d'inertie minimum elle est plus grande.

En effet, I, I', I'' étant les moments d'inertie maximum moyen et minimum, on a

$$2\int \rho^2 dm - 3\mu = (I - \mu) + (I' - \mu) + (I'' - \mu).$$

Le terme

$$\frac{3}{2}\,\frac{1}{\delta^4}\cdot\left(2\int \rho^2 dm - 3\mu\right)$$

est donc positif quand $\mu = I''$ et négatif quand $\mu = I$ et par conséquent Z est respectivement plus grand ou moindre que $\frac{mM}{\delta^2}$

6. Le théorème précédent sur les axes d'inertie est une propriété approchée non moins remarquable, non moins utile dans l'appréciation des faits, que l'approximation qui permet de confondre l'attraction d'une masse quelconque avec celle de la même masse concentrée en son centre d'inertie.

Quand un point attiré par un corps en est assez éloigné pour que l'on puisse négliger la puissance — 4 de la distance au centre d'inertie, le corps attire le point comme si toute sa masse était concentrée en ce centre.

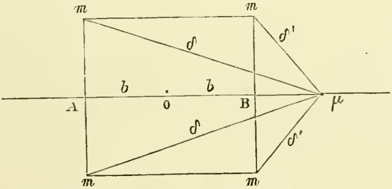
Quand le point s'est suffisamment rapproché pour que l'on ne puisse plus négliger que la puissance — 5, le corps attire avec des énergies maximum, moyenne et minimum dans trois directions perpendiculaires entre elles.

7. Quand les axes d'inertie principaux sont des axes de symétrie du corps attirant, ils sont rigoureusement axes d'attraction extrême.

Sur tout axe de symétrie, d'ailleurs, l'attraction atteint une valeur extrême à égalité de distance du centre d'inertie. Cela est évident.

Quand les axes d'inertie sont axes de symétrie, l'inertie minimum ne répond pas toujours à l'attraction maximum à quelque distance que ce soit du centre d'inertie. Cela est facile à montrer dans des cas particuliers.

Fig. 1.



Considérons, par exemple (fig. 1), le système matériel formé par quatre masses sphériques m placées aux sommets d'un carré dont le côté égale $2b$. — Le centre O du carré est le centre d'inertie du système. La droite perpendiculaire au plan du carré et projetée en O est l'axe d'inertie maximum. Toute droite menée par O dans ce plan est axe d'inertie minimum.

L'attraction φ exercée sur un point matériel μ de la droite AOB, parallèle à deux des côtés du carré, et situé à une distance $O\mu = d$ du centre d'inertie O, égale

$$2fm\mu\left[\frac{d+b}{\delta^3} + \frac{d-b}{\delta'^3}\right],$$

f étant l'attraction d'une masse 1 sur une masse 1 à une distance 1 et δ et δ' les distances indiquées sur la figure.

On a d'ailleurs

$$\delta^2 = (d+b)^2 + b^2, \qquad \delta'^2 = (d-b)^2 + b^2.$$

D'où :

$$\varphi = 2fm\mu\left\{\frac{d+b}{[(d+b)^2+b^2]^{\frac{3}{2}}} + \frac{d-b}{[(d-b)^2+b^2]^{\frac{3}{2}}}\right\}.$$

En appelant φ' l'attraction du système sur le point matériel μ, placé à une distance d du centre d'inertie sur l'axe d'inertie maximum projeté en O et δ'' la distance de ce point à l'une quelconque des masses m; on a

$$\varphi' = 4fm\mu\,\frac{b\sqrt{2}}{\delta''^3},$$

et comme

$$\delta''^2 = 2b^2 + d^2,$$

$$\varphi' = 4fm\mu\,\frac{b\sqrt{2}}{(d^2+2b^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

Les valeurs de φ et φ′ peuvent s'écrire :

$$\varphi = 2fm\mu \left\{ \frac{\frac{1}{{}^2d}\left(1+\frac{b}{d}\right)}{\left[\left(1+\frac{b}{d}\right)^2+\frac{b^2}{d^2}\right]^{\frac{3}{2}}} + \frac{\frac{1}{d^2}\left(1-\frac{b}{d}\right)}{\left[\left(1-\frac{b}{d}\right)^2+\frac{b^2}{d^2}\right]^{\frac{3}{2}}} \right\}$$

$$\varphi' = 4fm\mu \cdot \frac{\frac{1}{d^2}\cdot\frac{b}{d}\sqrt{2}}{\left(1+2\,\frac{b^2}{d^2}\right)^{\frac{3}{2}}}.$$

Pour de très-grandes valeurs de d, $\frac{b}{d}$ devient négligeable devant l'unité et l'on a

$$\varphi' = \varphi \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{b}{d} \cdot$$

On peut donc affirmer que pour de très-grandes valeurs de d, $\varphi' < \varphi$, c'est-à-dire que l'axe d'inertie maximum est axe d'attraction minimum, ce qu'on savait déjà par les formules générales.

Il n'en est plus de même pour de petites valeurs de d et l'on peut mettre le fait en évidence en posant $\frac{d}{b} = a$ et donnant à a des valeurs décroissantes.

Voici un tableau des valeurs à très-peu près exactes de φ et φ′ pour différentes valeurs de a :

a	φ	φ'
10	$0.02\ \frac{fm\mu}{b^2}$	$0.0028\ \frac{fm\mu}{b^2}$
5	$0.09\ \frac{fm\mu}{b^2}$	$0.02\ \frac{fm\mu}{b^2}$
2	$0.4\ \frac{fm\mu}{b^2}$	$0.2\ \frac{fm\mu}{b^2}$
1	$0.017\ \frac{fm\mu}{b^2}$	$0.55\ \frac{fm\mu}{b^2}$

Ainsi entre $d = 2b$ et $d = b$ l'axe d'inertie maximum devient axe d'attraction maximum, et inversement. De plus, sur l'axe d'inertie minimum, l'attraction, après avoir augmenté à mesure que la distance au centre diminuait, diminue brusquement elle-même.

L'explication de cette circonstance est facile à trouver par la figure, puisque pour $a = 1$, la résultante des attractions de 2 des 4 masses m devient nulle.

En remplaçant d par ab dans la valeur de φ et en différentiant on trouvera $\frac{d\varphi}{da} > 0$ pour $a = 1$ et $\frac{d\varphi}{da} < 0$ pour $a = 2$; c'est-à-dire que φ atteint un maximum entre $d = b$ et $d = 2b$.

On voit également qu'à de faibles distances l'attraction peut croître bien plus rapidement que l'inverse du carré de la distance au centre d'inertie. Sur l'axe d'inertie maximum, en effet, quand d passe de $10b$ à $2b$, c'est-à-dire devient cinq fois moindre, l'attraction φ', au lieu d'être vingt-cinq fois plus grande, le devient cent fois plus.

8. Il existe des corps dont deux moments d'inertie principaux sont égaux, d'autres dont les trois moments sont égaux.

Pour les premiers, en employant l'approximation précédente, on voit que l'attraction est indépendante de la direction autour du centre d'inertie, dans le plan des axes d'inertie égale.

Dans ce plan sur une droite qui passe par le centre d'inertie, elle augmente plus rapidement que l'inverse du carré de la distance, mais elle augmente également, quelle que soit cette droite.

Pour les seconds, si l'on décrit du centre d'inertie une série de sphères concentriques, d'une sphère à la sphère immédiatement intérieure, sur un rayon donné, l'attraction augmente plus rapidement que l'inverse du carré de la distance, mais de la même quantité, quel que soit le rayon.

Quand il faudra tenir compte des puissances — 5 de la distance δ, on cherchera à placer les axes coordonnés de telle sorte que les coefficients de $\frac{1}{\delta^5}$ dans X et Y soient nuls et que le terme en $\frac{1}{\delta^5}$ dans Z soit maximum ou minimum.

Si ces trois conditions sont compatibles, les lignes d'attraction extrême seront des droites dirigées vers le centre d'inertie.

S'il existe dans le corps des axes de symétrie, les conditions précédentes seront toujours satisfaites par la coïncidence de l'axe des z avec chacun de ces axes de symétrie.

Si ces conditions ne sont pas compatibles, l'attraction maximum ou minimum ne sera pas dirigée vers le centre d'inertie. La condition générale $RdR = 0$, où la différentiation ne concernera que les termes en $\frac{1}{\delta^5}$, donnera sur la sphère de rayon δ les points de maximum et de minimum d'attraction.

Si les coefficients des termes en $\frac{1}{\delta^5}$ étaient nuls ou constants, il faudrait appliquer la même méthode à ceux des termes en $\frac{1}{\delta^6}$, et ainsi de suite.

L'influence de la forme sur la distribution de l'attraction s'exercera à des distances d'autant moindres que l'exposant de δ dans les termes que l'on doit considérer sera plus grand en valeur absolue.

9. Les surfaces d'égal potentiel sont déterminées par la condition qu'en tous leurs points le potentiel ait une valeur constante.

Si l'on fait varier ce potentiel d'une manière continue, de la valeur qu'il a à la surface du corps jusqu'à zéro, on obtient une série de surfaces fermées extérieures au corps, qui deviennent des sphères de rayon infini quand le potentiel est nul, c'est-à-dire des plans.

On sait que la direction de l'attraction en un point est normale à la surface d'égal potentiel qui passe en ce point.

La trajectoire d'un point librement attiré par un corps est donc orthogonale aux surfaces d'égal potentiel de ce corps.

Cherchons à donner une idée de la forme de ces surfaces. Sans entrer dans des développements de calcul faciles à retrouver, nous dirons qu'en partant de la valeur du potentiel T donnée au § 5, on trouve

$$(1) \quad . \; . \; . \; . \quad T = \frac{M}{\delta} + \frac{\int \rho^2 dm - \frac{3}{2}\mu}{\delta^3}$$

μ étant le moment d'inertie du corps autour de la droite qui joint le point attiré au centre d'inertie.

On reconnait facilement que cette valeur approchée du potentiel est celle dont la différentiation reproduit les composantes de l'attraction avec l'approximation précédemment employée.

L'équation (1) montre qu'à égalité de distance du centre d'inertie, le potentiel est maximum et minimum sur les axes d'inertie minimum et maximum et que ses variations sont proportionnelles à celles du moment d'inertie μ.

De plus, sur l'axe d'inertie minimum le potentiel est plus grand que si la masse entière du corps existait au centre d'inertie; le contraire a lieu sur l'axe d'inertie maximum.

En remplaçant T par une constante θ dans l'équation (1), on a pour la surface d'égal potentiel θ l'équation

$$(2) \quad . \; . \; . \; . \quad \theta = \frac{M}{\delta} + \frac{\int \rho^2 dm - \frac{3}{2}\mu}{\delta^3}$$

La différentiation donne

$$\frac{d\delta}{\delta} = \frac{-\frac{3}{2}d\mu}{M\delta^2 + 3\left(\int \rho^2 dm - \frac{3}{2}\mu\right)}.$$

δ est donc maximum et minimum quand μ est minimum et maximum.

On en conclut immédiatement que les surfaces d'égal potentiel ont la forme de sphéroïdes dont les grands axes, les axes moyens et les petits axes coïncident respectivement avec les axes d'inertie minimum, moyen et maximum du corps.

Si l'on veut confirmer cette conclusion, qu'on cherche les intersections de la surface d'égal potentiel θ avec des sphères de rayon δ. L'équation (2) montre que ces intersections sont les mêmes que celles de ces sphères avec les surfaces $\mu = \text{constante} = \mu_1$, ou encore avec des ellipsoïdes concentriques dont les axes sont proportionnels à ceux de l'ellipsoïde des moments d'inertie de Poinsot.

On trouvera pour projection des intersections sur les trois plans coordonnés des courbes du second degré (ellipse et arcs d'hyperbole).

On verra aussi que toute surface d'égal potentiel a deux sections planes circulaires dont les plans sont normaux au plan des axes d'inertie maximum et minimum, font des angles égaux avec le plan des axes d'inertie moyen et minimum et se coupent suivant l'axe moyen.

Les plans de ces sections circulaires sont les mêmes pour toutes les surfaces d'égal potentiel. Ils forment le lieu géométrique des axes autour desquels le moment d'inertie du corps attirant égale le moment d'inertie moyenne I'.

Les plans des axes d'inertie principaux sont plans de symétrie des surfaces d'égal potentiel.

10. Par un point attiré extérieur faisons passer une surface d'égal potentiel et une sphère ayant pour centre le centre d'inertie.

L'attraction est normale à la surface d'égal potentiel et peut être décomposée suivant le rayon de la sphère et dans le plan tangent à cette sphère au point considéré. Cette seconde composante est dirigée suivant l'intersection du plan tangent à la sphère et du plan du rayon et de la normale à la surface d'égal potentiel, ou normale à l'intersection des plans tangents à cette surface et à la sphère au point considéré.

La composante suivant le rayon ne donne lieu qu'à un rapprochement vers le centre d'inertie; la composante tangentielle produit un mouvement angulaire du point autour de ce centre.

Quand le point est dans l'un des trois plans principaux cette composante y est également comprise. En outre elle est nulle sur les trois axes principaux.

11. La composante de l'attraction dans une direction donnée égale la dérivée du potentiel par rapport à cette direction.

La composante de l'attraction suivant le plan tangent à une surface au point attiré est dirigée, on le sait, dans le sens où la variation positive du potentiel est la plus grande sur la surface. Il résulte de là que les points de potentiel maximum peuvent être considérés comme des centres attirants situés sur la surface.

Dans le cas qui nous occupe, il est facile de reconnaître que si l'on suppose le point attiré assujetti à se mouvoir sur la sphère :

1° Il sera, en général, sollicité vers l'intersection la plus voisine de la sphère avec l'axe d'inertie minimum. Ces deux points d'intersection sont des positions d'équilibre stable;

2° Si le point est situé dans le plan des axes d'inertie maximum et moyen, il sera sollicité vers l'intersection la plus voisine de la sphère avec ce dernier axe; ces deux points d'intersection sont des positions d'équilibre stable quand le déplacement a lieu dans le plan précédent. Ce sont des positions d'équilibre instable dans le plan des axes moyen et minimum. Ce sont des positions d'équilibre indifférent suivant les deux plans des sections circulaires des surfaces d'égal potentiel (§ 9).

Les points d'intersection de l'axe d'inertie maximum et de la sphère sont des positions d'équilibre instable dans toutes les directions;

3° Les plans des axes maximum et minimum et des axes maximum et moyen sont d'équilibre instable.

Le plan des axes minimum et moyen est d'équilibre stable.

12. Il résulte clairement de là que la trajectoire décrite par un point librement attiré se rapproche du plan des axes minimum et moyen et de l'axe minimum d'inertie.

On peut caractériser le mouvement du point comme suit :

Mouvement direct vers le centre d'inertie;

Mouvement angulaire du rayon vecteur du point vers l'axe d'attraction maximum;

Mouvement angulaire du plan de cet axe et du rayon vecteur vers le plan des axes d'inertie moyen et minimum, ou plan d'attraction maximum.

Si le point est situé dans l'un des plans principaux, sa trajectoire est plane.

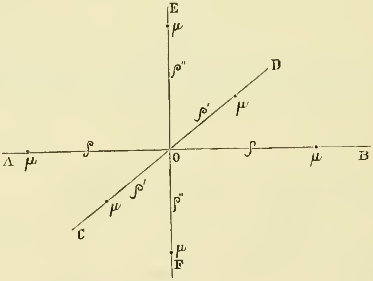
Dans le cas général cette trajectoire est à double courbure et tend à devenir plane et même rectiligne suivant l'axe d'inertie minimum.

13. Si au lieu de supposer la masse attirante fixe et le point attiré mobile, on fixait ce dernier point, il est facile de conclure de ce qui précède que l'axe d'inertie minimum se déplacerait jusqu'à ce qu'il passât par le point fixe et que dans cette position seulement la rotation de la masse serait nulle et l'équilibre de rotation stable.

Nous allons d'ailleurs examiner le cas de l'attraction réciproque de deux masses quelconques.

14. Il résulte des considérations émises jusqu'ici, qu'à des distances de son centre d'inertie telles que l'on puisse négliger l'inverse de leur cinquième puissance, une masse quelconque agit comme si elle était symétrique par rapport aux trois plans perpendiculaires entre eux déterminés par ses trois axes principaux d'inertie.

Fig. 2.



Pour se représenter simplement les choses, on peut imaginer la masse donnée remplacée par le système régulier de points matériels suivant :

Une masse m centrale (fig. 2) au centre d'inertie O, et sur chacun des axes d'inertie AB, CD et EF, de part et d'autre et également distantes de O deux masses extérieures μ, la somme des masses $m + 6\mu$ étant égale à la masse totale M donnée.

Il est très-facile de déterminer quelles doivent être sur les trois axes les distances ρ, ρ', ρ'' d'une masse μ à la masse centrale m, pour qu'en conservant l'approximation employée l'attraction exercée par ce système égale en tout point extérieur l'attraction de la masse donnée.

Il suffit que l'expression du potentiel soit la même.

AB, CD et EF étant respectivement les axes d'inertie maximum, moyen et minimum et I, I', I'' les moments d'inertie correspondants, on trouve facilement

$$\rho = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{I' + I'' - I}{\mu}}$$

$$\rho' = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{I + I'' - I'}{\mu}}$$

$$\rho'' = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{I + I' - I''}{\mu}}.$$

La distance des masses extérieures à la masse centrale est donc maximum moyen et minimum sur les axes d'inertie minimum moyen et maximum.

Les distances ρ, ρ', ρ'' sont d'autant plus grandes que les masses extérieures sont plus faibles.

m et μ étant liées seulement par la relation $m + 6\mu = M$, masse totale donnée, on peut prendre $m = \mu$.

Dans ce cas les distances ρ, ρ', ρ'' sont inverses de la racine carrée de la masse totale.

15. Les positions d'équilibre d'un point matériel attiré par un corps et assujetti à se mouvoir sur une surface, sont les points de tangence de cette surface avec les surfaces d'égal potentiel du corps. Si aux environs d'un de ces points les rayons vecteurs de la surface d'égal potentiel sont moindres que ceux de la surface donnée, l'équilibre est stable; s'ils sont plus grands, l'équilibre est instable.

Autrement dit, l'équilibre est stable ou instable suivant que le potentiel est maximum ou minimum au point considéré.

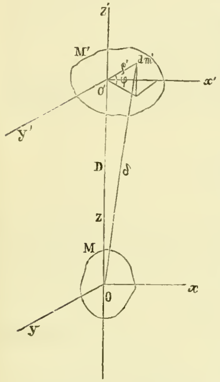
Si l'on recherche les positions d'équilibre stable ou instable sur une série de sphères décrites du centre d'inertie, on obtient des lignes desquelles un point matériel attiré tend à se rapprocher ou à s'éloigner tandis qu'il gravite vers le corps.

Lorsque les trois moments principaux d'inertie du corps ne sont pas égaux, ces lignes sont (aux limites de distances considérées précédemment) les axes principaux d'inertie; si ces trois moments étaient égaux, il faudrait considérer successivement les termes en $\frac{1}{\delta^5}$, $\frac{1}{\delta^6}$, etc., dans l'expression du potentiel et chercher les coordonnées du point attiré qui, pour une valeur connue de δ, rendent ces termes maximum ou minimum.

16. Abordons le cas général de l'attraction réciproque de deux masses quelconques. Quand deux masses s'attirent, chacune exerce une attraction sur chacun des points de l'autre. La résultante de ces attractions élémentaires transportées parallèlement à elles-mêmes au centre d'inertie de l'une des masses attirées, donne le mouvement de ce centre, en y supposant condensée la masse totale. Les mêmes attractions élémentaires donnent lieu à un mouvement de rotation.

Cherchons d'abord comment, étant connue la distance des centres d'inertie des deux masses, il faut les placer l'une par rapport à l'autre pour que l'action exercée sur chacun de ces centres soit un maximum ou un minimum.

Fig. 3.



Soient M, M' les deux masses de formes quelconques placées comme on voudra dans l'espace, — D la distance de leurs centres d'inertie O et O' (fig. 3).

Prenons pour axe des z la droite OO' et pour axes des x et des y deux axes rectangulaires passant par O, dans un plan perpendiculaire à OO'.

Si nous imaginons par O' deux axes $O'x'$, $O'y'$ parallèles à Ox et Oy et que $x'y'z'$ soient les coordonnées d'un point de M' par rapport à ces axes, nous aurons

$$\begin{aligned} x' &= x \\ y' &= y \\ z' &= z - \mathrm{D}. \end{aligned}$$

On a aussi à cause du choix des origines O et O' :

$$(\mathrm{A}) \left\{ \begin{array}{lll} \int x dm = 0, & \int y dm = 0, & \int z dm = 0 \\ \int x' dm' = 0, & \int y' dm' = 0, & \int z' dm' = 0 \end{array} \right.$$

les intégrales s'étendant à toute la masse considérée.

Soient : δ la distance du centre d'inertie O de M à l'élément dm' $(x'y'z')$ de M' ;

ρ' le rayon vecteur de dm' par rapport à l'origine O' ;

ρ le rayon vecteur d'un élément dm de M par rapport à l'origine O;

φ l'angle de ρ' avec sa projection sur le plan $x'Oy'$;

ΔX, ΔY, ∇Z les composantes parallèles aux axes coordonnés de l'attraction de M sur l'élément dm'.

Les valeurs de ΔX, ΔY, ΔZ ont été données § 5. Il suffira de remplacer $\alpha\beta$ et λ par $x'y'$ et $D + z'$, On aura ainsi, par exemple

$$\Delta X = \frac{Mx'dm'}{\delta^3}$$

$$+\frac{5x'dm'\int\left[xx'+yy'+(D+z')z-\frac{1}{2}\rho^2\right]dm-5\int\left[xx'+yy'+(D+z')z-\frac{1}{2}\rho^2\right]zdm}{\delta^5}+\cdots$$

et de valeurs analogues pour ΔY et ΔZ.

En transportant chacune des composantes $\frac{\Delta X}{dm'}$ parallèlement à elle-même au centre d'inertie de M', on aura en étendant les intégrales à toute la masse M', la valeur X de la composante parallèle aux x de l'attraction exercée au centre O' sur cette masse M' tout entière.

Donc

$$X = \int \frac{Mx'dM'}{\delta^3}$$

$$+5\int\frac{x'dm'\int\left[xx'+yy'+(D+z')z-\frac{1}{2}\rho^2\right]dm-\int\left[xx'+yy'+(D+z')z-\frac{1}{2}\rho^2\right]zdm}{\delta^5}$$

$$+\int \cdots\cdots$$

Y et Z composantes parallèles à $O'y'$ et $O'z'$ auraient des expressions analogues. Or on voit facilement par la figure que

$$\delta^2 = D^2 + \rho'^2 + 2D\rho' \sin\varphi = D^2 + \rho'^2 + Dz'$$

et, en posant

$$\rho'^2 + 2Dz' = K,$$
$$\delta^2 = D^2 + K;$$

On en déduit :

$$\frac{1}{\delta^3} = \frac{1}{D^3} - \frac{3}{2}\cdot\frac{K}{D^5} + \frac{3.5}{2.2}\cdot\frac{\frac{K^2}{1.2}}{D^7} - \cdots$$

$$\frac{1}{\delta^4} = \frac{1}{D^4} - 2\,\frac{K}{D^6} + \cdots$$

$$\frac{1}{\delta^5} = \frac{1}{D^5} - \frac{5}{2}\cdot\frac{K}{D^7} + \frac{5.7}{2.2}\cdot\frac{\frac{K^2}{1.2}}{D^9} - \cdots$$

etc.

Remplaçant $\frac{1}{\delta^3}, \frac{1}{\delta^4}, \frac{1}{\delta^5} \ldots$ par ces valeurs en série dans les expressions de ΔX, ΔY, ΔZ, X, Y, Z, on obtient toutes réductions faites, en négligeant les termes en $\frac{1}{D^5}$ comme plus haut :

$$(\mathrm{B})\left\{\begin{aligned}
\Delta X &= \frac{Mx'dm'}{D^3} - \frac{3(Mz'x'dm' + dm'\int zxdm)}{D^4}\\
\Delta Y &= \frac{My'dm'}{D^3} - \frac{3(Mz'y'dm' + dm'\int zydm)}{D^4}\\
\Delta Z &= \frac{Mdm'}{D^2} - \frac{2Mz'dm'}{D^3} + \frac{\frac{3}{2}}{D^4}\Big\{2dm'\int \rho^2 dm - 3\mu.dm'\\
&\qquad + 2M\rho'^2 dm' - 3(x'^2 + y'^2)dm'.M\Big\}
\end{aligned}\right.$$

μ étant le moment d'inertie de M autour de la droite OO'.

$$(\mathrm{C})\left\{\begin{aligned}
X &= -\frac{3}{D^4}\left(M\int z'x'dm' + M'\int zxdm\right)\\
Y &= -\frac{3}{D^4}\left(M\int z'y'dm' + M'\int zydm\right)\\
Z &= \frac{MM'}{D^2} + \frac{\frac{3}{2}}{D^4}\left\{2M'\int \rho^2 dm + 2M\int \rho'^2 dm' - 3(\mu M' + \mu' M)\right\}
\end{aligned}\right.$$

en tenant compte des conditions (A) et appelant μ' le moment d'inertie de M′ autour de la droite OO′.

Il est facile de reconnaître que ces formules renferment le cas particulier où l'une des masses se réduit à un point et reproduisent alors celles qui ont été données plus haut.

Les formules (c) prouvent qu'à des distances D telles que l'on puisse négliger les termes en $\frac{1}{D^3}$, les composantes X et Y sont nulles quand deux des axes d'inertie principaux de M et M′ coïncident et que les deux autres sont parallèles. Dans ce cas les deux masses graviteront l'une vers l'autre de façon que la trajectoire décrite par leurs centres d'inertie soit une ligne droite.

En même temps, la valeur de Z est maximum quand μ et μ' sont les moments d'inertie minimum des masses M et M′ et minimum quand ce sont les moments d'inertie maximum. En supposant donc D constant, on aura $dZ = 0$.

Mais les conditions $X = 0$, $Y = 0$, $dZ = 0$ entraînent la nullité de la différentielle de l'attraction résultante

$$R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}.$$

Ainsi l'attraction réciproque exercée aux centres d'inertie des masses est maximum ou minimum, quand leurs axes d'inertie minimum ou maximum coïncident, les autres axes étant parallèles.

Dans le premier cas elle est plus grande que si les masses étaient condensées en leurs centres d'inertie, dans le second elle est plus faible.

17. Passons maintenant à ce qui concerne la rotation. Supposons la masse M′ douée d'un point fixe que nous prendrons pour origine des coordonnées, O′, et soient L, K, N les moments de rotation de cette masse autour des axes respectifs des x', des y' et des z'. On aura

$$\begin{aligned} \mathrm{L} &= \int \Delta \mathrm{Z}.y' - \Delta \mathrm{Y}.z' \\ \mathrm{K} &= \int \Delta \mathrm{X}.z' - \Delta \mathrm{Z}.x' \\ \mathrm{N} &= \int \Delta \mathrm{Y}.x' - \Delta \mathrm{X}.y' \cdot \end{aligned}$$

les intégrales s'étendant à toute la masse M′.

On trouve facilement à l'aide des valeurs (B) du § précédent :

$$\mathrm{L} = \frac{\mathrm{M}\int y'dm'}{\mathrm{D}^2} - \frac{3\mathrm{M}\int z'y'dm'}{\mathrm{D}^3} + \frac{\frac{3}{2}\mathrm{M}}{\mathrm{D}^4}\Big[\Big(2\int \rho^2 dm - 3\mu\Big)\int y'dm' + 2\int zydm\int z'dm' - \mathrm{M}\int (x'^2 + y'^2)y'dm' + 4\mathrm{M}\int z'^2 y'dm'\Big]$$

$$\mathrm{K} = \frac{-\mathrm{M}\int x'dm'}{\mathrm{D}^2} + \frac{3\mathrm{M}\int z'x'dm'}{\mathrm{D}^3} - \frac{\frac{3}{2}\mathrm{M}}{\mathrm{D}^4}\Big[\Big(2\int \rho^2 dm - 3\mu\Big)\int x'dm' + 2\int zxdm\int z'dm' - \mathrm{M}\int (x'^2 + y'^2)x'dm' + 4\mathrm{M}\int z'^2 x'dm'\Big]$$

$$\mathrm{N} = \frac{3\mathrm{M}}{\mathrm{D}^4}\Big(\int zxdm\int y'dm' - \int zydm\int x'dm'\Big).$$

On voit que le moment autour de la droite OO′ qui joint le centre d'inertie de M au point fixe de M′, est d'ordre inférieur aux moments autour d'axes perpendiculaires à cette droite.

Lorsque deux des axes d'inertie principaux de M et M′ coïncident entre eux, suivant OO′, les autres axes étant parallèles, on a

$$\int zxdm = 0,\ \int zydm = 0,\ \int z'y'dm' = 0,\ \int z'x'dm' = 0.$$

Alors $\mathrm{N} = 0$ et les deux centres d'inertie gravitent l'un vers l'autre en ligne droite comme on l'a vu.

18. Si le point fixe O′ est le centre d'inertie de M′, les moments deviennent, en remarquant que l'on a alors

$$\int x'dm' = 0,\quad \int y'dm' = 0,\quad \int z'dm' = 0,$$

$$(\mathrm{C})\left\{\begin{aligned} &\mathrm{L} = \frac{-3\mathrm{M}\int z'y'dm'}{\mathrm{D}^3} + \frac{\frac{3}{2}\mathrm{M}}{\mathrm{D}^4}\left[4\int z'^2y'dm' - \int (x'^2 + y'^2)y'dm'\right]\\ &\mathrm{K} = \frac{3\mathrm{M}\int z'x'dm'}{\mathrm{D}^3} - \frac{\frac{3}{2}\mathrm{M}}{\mathrm{D}^4}\left[4\int z'^2x'dm' - \int (x'^2 + y'^2)x'dm'\right]\\ &\mathrm{N} = 0.\end{aligned}\right.$$

Dans ce cas le moment autour de OO′ est toujours nul.

Les numérateurs des termes en $\frac{1}{\mathrm{D}^4}$ dans L et K sont toujours très-petits, car chacune des intégrales qui les composent renferment des parties alternativement positives et négatives qui se détruisent à peu près. En remplaçant M′ par une masse régulière qui aux distances considérées exerce la même attraction qu'elle (§ 14), ces numérateurs seront nuls exactement et les moments de rotation autour des axes O′x' et O′y' se réduiront à

$$\mathrm{L} = \frac{-3\mathrm{M}\int z'y'dm'}{\mathrm{D}^3}$$

$$\mathrm{K} = \frac{3\mathrm{M}\int z'x'dm'}{\mathrm{D}^3}.$$

Ils seront nuls et l'équilibre établi quand la droite OO′ coïncidera avec l'un des axes d'inertie principaux de M′.

L'équilibre sera stable quand l'axe d'inertie minimum de M′ passera par le centre d'inertie de M.

Ce qu'il importe de remarquer ici c'est que les moments de rotation de M′ ne dépendent plus que de sa forme et nullement de celle de M. Ces moments sont proportionnels à cette dernière masse et d'autant plus faibles que la distance D des centres d'inertie de M et M′ est plus grande.

19. La rotation de la masse M′ autour de son centre d'inertie est la même, que ce centre soit fixe ou que la masse soit libre dans l'espace. Il n'en est pas de même quand on considère la rotation de la masse libre, autour d'un point quelconque. Il faut pour l'obtenir appliquer à tous les points de la masse une force égale et contraire à la force accélératrice qui sollicite le point en question.

Toutes les forces égales et parallèles ainsi appliquées se composent en une seule, appliquée au centre d'inertie de la masse et donnant lieu autour des trois axes coordonnés à trois moments de rotation qu'il faut ajouter algébriquement aux moments L, K et N pour obtenir la rotation de M′.

En prenant pour origine des coordonnées le point autour duquel se fait la rotation, on aura les composantes ΔX_1, ΔY_1, ΔZ_1, de la *force accélératrice* appliquée en ce point en faisant $x' = 0$, $y' = 0$, $z' = 0$ dans les valeurs (B) données au § 16. On obtient ainsi :

$$\Delta X_1 = -\frac{3\int zx\,dm}{D^4}$$

$$\Delta Y_1 = -\frac{3\int zy\,dm}{D^4}$$

$$\Delta Z_1 = \frac{M}{D^2} + \frac{\frac{3}{2}}{D^4}\left(2\int \rho^2 dm - 3\mu\right).$$

Les composantes de la *force motrice* qui agit au centre d'inertie sont donc

$$\Delta X_i = \frac{3M' \int zxdm}{D^4}$$

$$\Delta Y_i = \frac{3M' \int zydm}{D^4}$$

$$\Delta Z_i = -\frac{MM'}{D^2} - \frac{\frac{3}{2}M'}{D^4}\left(2\int \rho^2 dm - 3\mu\right).$$

Les coordonnées $x_i y_i z_i$ du centre d'inertie étant

$$x_i = \frac{\int x'dm'}{M'}, \quad y_i = \frac{\int y'dm'}{M'}, \quad z_i = \frac{\int z'dm'}{M'},$$

les moments de cette force motrice pour faire tourner le corps M′ autour des trois axes $O'x'$, $O'y'$, $O'z'$ sont respectivement

$$\left\{\begin{aligned}
L_i &= \Delta Z_i y_i - \Delta Y_i z_i \\
&= -\frac{M\int y'dm'}{D^2} - \frac{\frac{3}{2}\left(2\int \rho^2 dm - 3\mu\right)\int y'dm' + 3\int zydm \int z'dm'}{D^4} \\
K_i &= \frac{M\int x'dm'}{D^2} + \frac{\frac{3}{2}\left(2\int \rho^2 dm - 3\mu\right)\int x'dm' + 3\int zxdm \int z'dm'}{D^4} \\
N_i &= \frac{3}{D^4}\left(\int x'dm' \int zydm - \int y'dm' \int zxdm\right).
\end{aligned}\right.$$

Les moments de rotation de M′ autour des trois axes sont

$$L' = L + L_i, \quad K' = K + K_i, \quad N' = N + N_i.$$

Il vient ainsi :

$$(\mathrm{D})\left\{\begin{aligned} &\mathrm{L}' = -\frac{3\mathrm{M}\int z'y'dm'}{\mathrm{D}^3} - \frac{\frac{3}{2}\mathrm{M}\int (x'^2+y'^2)y'dm'}{\mathrm{D}^4} + \frac{6\mathrm{M}}{\mathrm{D}^4}\int z'^2y'dm' \\ &\mathrm{K}' = \frac{3\mathrm{M}\int z'x'dm'}{\mathrm{D}^3} + \frac{\frac{3}{2}\mathrm{M}\int (x'^2+y'^2)x'dm'}{\mathrm{D}^4} - \frac{6\mathrm{M}}{\mathrm{D}^4}\int z'^2x'dm' \\ &\mathrm{N}' = 0. \end{aligned}\right.$$

On remarquera que ces valeurs (D) ont exactement la même forme que les valeurs (C) (§ 18) des moments de rotation relatifs au centre d'inertie du corps M′, fixe ou libre, mais elles ne sont pas identiques avec celles-là, l'origine des coordonnées ayant changé.

Ainsi les numérateurs des termes en $\frac{1}{\mathrm{D}^4}$ pouvaient être négligés dans les valeurs (C), tandis qu'ils peuvent être très-grands dans (D).

On remarquera également que lorsque la masse attirée M′ est libre, les moments L′, K′ sont proportionnels à la masse attirante M et indépendants de la forme de celle-ci.

A une distance du centre de M assez grande pour que l'on puisse négliger l'inverse de sa quatrième puissance, L′ et K′ seront nuls et l'équilibre de rotation sera satisfait quand l'un des axes d'inertie principaux de M′ passera par le centre d'inertie de M.

L'équilibre sera stable quand l'axe d'inertie minimum de M′ passera par le centre d'inertie de M. Il tendra donc toujours à s'établir ainsi.

Si l'on ne peut négliger les termes en $\frac{1}{\mathrm{D}^4}$, le résultat précédent sera le plus près d'être exact quand le point autour duquel s'effectue la rotation sera le centre d'inertie de M′. On sait qu'en négligeant les termes en $\frac{1}{D^5}$, la masse M′ agit comme un système matériel symétrique par rapport à ses trois axes d'inertie principaux.

En substituant ce système régulier à M′, la rotation s'effectue de manière que l'axe d'inertie minimum aille passer par le centre d'inertie de M et que pour cette position l'équilibre stable soit atteint. (C'est ce que prouvent les valeurs de L′ et K′ en supposant le centre d'inertie de M′ à l'origine des coordonnées.)

20. En résumé, quand deux masses de formes quelconques s'attirent, le centre d'inertie de chacune d'elles décrit une trajectoire, qu'on peut, dans une première approximation, considérer comme normale en chaque instant à la surface d'égal potentiel de l'autre masse qui passe en ce point; en effet, le plan tangent à cette surface a une position moyenne entre celles des plans tangents aux surfaces d'égal potentiel qui passent par les autres points de la masse considérée, et l'on obtient la force motrice qui agit au centre d'inertie en y transportant parallèlement à elles-mêmes les forces motrices, agissant en ces autres points, forces motrices qui sont normales aux surfaces d'égal potentiel.

En même temps, les masses tournent sur elles-mêmes, les axes d'inertie minima coïncident en atteignant une position d'équilibre stable, puis oscillent autour de cette position. Dans la position d'équilibre précédente, les surfaces d'égal potentiel sont normales à la ligne des centres d'inertie. Ces centres se meuvent donc dès lors en ligne droite l'un vers l'autre ou, plus exactement, décrivent une trajectoire sinueuse dont cette ligne est l'axe.

21. Les calculs qui précèdent constituent, je le crois, la première esquisse des lois générales de la distribution de l'attraction autour d'une masse de forme quelconque. Grâce à la *forme* des masses, l'attraction réciproque n'est pas seulement un principe de *rapprochement*, mais un principe de *groupement* des masses, un principe déterminant leurs *positions relatives*. — Les applications de ce principe sont immenses dans le monde physique. Il se présente d'une façon évidente dans la cristallisation. Brück, qui a laissé en germe tant d'idées fécondes, n'a pas manqué d'indiquer celle-là dans ses notes manuscrites. Pour lui la différence d'attraction des masses dans différentes directions est la cause déterminante de la *dureté*, qui consiste, en effet, essentiellement dans la résistance au déplacement relatif des éléments des corps, les distances des centres pouvant rester constantes. Dans la cristallisation, un axe de cristallisation n'est-il pas visiblement la ligne sur laquelle les axes d'attraction maximum des éléments sont en coïncidence? — Un fluide matériel élastique, tel que l'éther, ne serait-il pas condensé à des *pressions différentes* suivant les axes de maximum et de minimum d'attraction et n'en résulterait-il pas des réactions plus ou moins grandes qui équilibreraient les pouvoirs attractifs des éléments?

Brück n'a rien précisé relativement à la formation des cristaux. Si l'influence des axes d'attraction des éléments est en évidence dans les cristaux à un et à deux axes, la question des formes des cristaux eux-mêmes subsiste tout entière. Les recherches que j'ai faites sur ce point m'ont conduit à une explication de la formation des différents systèmes cristallins qui permettra, je l'espère, de ramener toute la cristallisation à un simple problème de mécanique rationnelle.

Une autre question qui ne semble pas, au premier abord, se rattacher aussi directement à l'influence de la forme des masses attirantes, est celle de l'établissement des mouvements astronomiques (rotations et révolutions). Dès 1847, dans un mémoire présenté à l'Académie des sciences de Bruxelles, Brück disait : « Des éléments dispersés dans » les espaces doivent y former un ou plusieurs systèmes » planétaires composés : 1° D'un globe central ou soleil » avec mouvement de rotation ; 2° d'autres globes (planètes) distancés, se mouvant autour du globe central à » peu près dans un même plan et tournant autour d'un » axe ; 3° d'autres globes (satellites) tournant autour » d'eux-mêmes, décrivant des orbites autour des planètes » et accompagnant celles-ci autour du globe central ou » soleil. » Cependant, ni l'explication qu'il donne dans ses notes manuscrites de l'établissement du mouvement de rotation de l'astre central (soleil) sous l'influence du système attractif des astres extérieurs (planètes), ni celle de la rotation de ces dernières, ne sont exactes.

Le problème général qui se présente ici est le suivant :

Une masse déformable (c'est-à-dire un système matériel dont les parties sont soumises à des forces réciproques d'attraction et de répulsion, et dont les distances mutuelles peuvent être augmentées ou diminuées sous l'action de forces extérieures), — *peut-elle* sous l'influence attractive d'un autre système matériel, prendre sur elle-même un mouvement accéléré de rotation ? — J'ai trouvé que l'établissement de ce mouvement de rotation est possible ; c'est ainsi que sous l'attraction du système des planètes le soleil a pris son mouvement de rotation sur lui-même. La forme ellipsoïdale de cet astre résultant de sa rotation, le plan de son équateur est plan d'inertie minima, c'est-à-dire d'attraction maximum; de là vient le rassemblement des orbites planétaires dans le plan de cet équateur. Par la rotation même du soleil et *aux dépens de la vitesse de rotation,* les planètes sont déviées normalement aux rayons vecteurs qui joignent leurs centres au centre solaire, dans le sens de la rotation de cet astre. Les forces déviatrices agissant d'une façon constante, les vitesses normales aux rayons vecteurs peuvent devenir considérables et en se composant avec les vitesses de chute vers le centre solaire elles donnent lieu à des vitesses résultantes obliques aux rayons vecteurs et qu'on peut traiter comme vitesses initiales, quand les forces déviatrices, par suite même de la condensation et de la solidification des globes, deviennent insensibles. La rotation des planètes s'est établie par suite de la rotation du soleil elle-même. Il serait trop long d'en donner ici l'explication. Pour certaines planètes éloignées du centre solaire, la rotation a pu s'établir par l'attraction des satellites, comme celle du soleil par l'attraction des planètes. C'est ce qui est vraisemblablement arrivé pour Uranus, et cette considération explique la rétrogradation des satellites de cette planète.

Les notions, nécessairement incomplètes, énoncées dans ce dernier paragraphe sont susceptibles de développements aussi étendus qu'intéressants, qui seront la suite naturelle de ce petit travail. J'ai voulu seulement faire entrevoir la possibilité de déduire du simple et unique principe de l'attraction réciproque quelques faits capitaux encore inexpliqués, et aussi confirmer dans leur généralité les idées d'un homme de génie dont les travaux ont ouvert une voie nouvelle dans l'étude du monde matériel.

Recherches sur la coagulation du sang (première partie); par M. Léon Fredericq, docteur en sciences et docteur en médecine, préparateur à l'Université de Gand.

CHAPITRE PREMIER.

INTRODUCTION.

Le sang soustrait à l'organisme ne tarde pas à se coaguler spontanément, par suite de la prise en masse d'une substance qui, depuis Fourcroy (1), porte le nom de *fibrine* (2). La lymphe, le chyle, un grand nombre d'exsudats pathologiques partagent cette propriété; et des changements analogues s'observent dans plusieurs solides de l'organisme; c'est ainsi que les muscles, les cartilages, certains parenchymes glandulaires (le foie) éprouvent après la mort une augmentation de consistance des plus remarquables (rigidité cadavérique).

Il est peu de problèmes, en physiologie, qui aient été l'objet d'études aussi nombreuses et aussi variées que le phénomène de la coagulation du sang; il en est assurément peu qui aient mis la patience des expérimentateurs à une plus rude épreuve, et qui se soient montrés aussi rebelles à toute investigation. On pourrait écrire des volumes, rien qu'en exposant chronologiquement les hypothèses et les erreurs qui, tour à tour, ont régné dans la science à ce sujet. Mon intention n'est pas de refaire ici l'histoire de ces tentatives avortées; je me contenterai de passer rapidement en revue les principaux travaux qui ont contribué réellement à étendre nos connaissances sur la coagulation spontanée, et dont j'ai personnellement pu apprécier les résultats (1).

---

(1) *Fourcroy*. Système des connaissances chimiques, t. IX, p. 157. An IX de la République.

(2) D'après Boll, le sang n'acquiert la propriété de se coaguler spontanément qu'à une période assez avancée du développement. C'est vers le 13e au 14e jour de l'incubation qu'elle apparaît chez l'embryon du poulet.

Boll. Ein Beitrag zur Kenntniss der Blutgerinnung. Archiv für Anatomie, Physiologie, etc., 1870, p. 721.

Malpighi (2) fut le premier à reconnaître l'identité de la substance qui constitue la trame du caillot sanguin avec les filaments fibrineux, qu'on trouve si souvent à l'autopsie dans le cœur et dans les gros vaisseaux de l'homme. Bientôt Ruysch (3) parvint à séparer cette substance par le battage du sang : la fibrine enlevée, ce liquide ne se coagula plus.

Il semble naturel de rechercher la cause de la coagulation chez l'une des circonstances nouvelles, dans lesquelles se trouve placé le sang au moment de la saignée. Soustrait à l'organisme, il se refroidit; il subit le contact de l'air; il n'est plus animé du mouvement de la circulation. Ces trois facteurs du problème, le froid, l'air et le repos, ont été de la part des physiologistes de la fin du siècle dernier et du commencement de celui-ci, le sujet d'expériences nombreuses. La conclusion générale qui se dégage des travaux de Hewson (1), Thackrah (2), Scudamore (3), Hunter (4), etc., c'est qu'aucune de ces conditions nouvelles ne peut être considérée comme cause de la coagulation, et que la réunion de ces trois agents est-elle même impuissante à expliquer le phénomène.

---

(1) On trouvera un grand nombre d'indications bibliographiques dans les ouvrages suivants :

Hamburger. Dissertatio experimentorum circa sanguinis coagulationem specimen primum. Berolini 1839.

Richardson. The cause of the coagulation of the blood, being the Astley Cooper Prize Essay for 1856. London 1858, page 460.

Milne Edwards. Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée, etc. Article sang. Tome Ier.

Schmidt's Jahrbücher.

Cannstatt's Jahresbericht über die Fortschritte in der gesammten Medicin.

Henle u. Meissner. Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie u. Physiologie.

Schwalbe u. Hofmann. Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie 1873-1876.

(2) *Malpighi*. Opera omnia. De polypo cordis dissertatio 1666.

(3) *Ruysch*. Thesaurus anatomicus septimus. Amstel. 1707, in-4°, p. 11.

Le repos et le froid, loin d'accélérer la séparation de la fibrine, exercent une action défavorable sur sa production. On savait depuis Ruysch que le sang qu'on agite se coagule plus vite que celui qu'on abandonne au repos. Quant au refroidissement, le fait que le sang des reptiles et des poissons se coagule tout comme celui des animaux à sang chaud, rend déjà son intervention fort improbable. D'ailleurs le sang des mammifères et des oiseaux qu'on empêche de se refroidir, ne s'en coagule pas moins. Hewson démontra, il y a plus d'un siècle, qu'une température suffisamment basse suspend complétement le phénomène de la coagulation du sang. Il reste fluide pendant plusieurs heures et même plusieurs jours, si l'on a soin de le recevoir au sortir de la veine dans un vase entouré de mélanges réfrigérants, de façon que sa température s'abaisse brusquement au-dessous de 0°. La coagulation n'est pas abolie : il suffit d'une élévation de température d'un petit nombre de degrés pour que le phénomène apparaisse de nouveau.

---

(1) *Hewson.* Experimental Inquiry into the properties of the blood. Chap. I, Exp. III (de 1770), London 1827, p. 76. Sydenham Society Edition.

(2) *Turner Thackrah.* An inquiry into the nature and the properties of the blood in health and disease, 1st edition. London 1819, p. 29.

(3) *(Sir Charles) Scudamore.* An essay on the blood. London 1824. Ein Versuch über das Blut. Würzburg 1826.

(4) *John Hunter.* Works edited by Palmer. On the blood, vol. III. London 1837. — *Idem.* Œuvres complètes, trad. Richelot. Paris 1843, t. III.

Le contact de l'air n'est pas nécessaire non plus. Thackrah put injecter de l'air dans la carotide d'une chienne (1) sans produire de caillots. Scudamore, ayant reçu du sang dans le vide pneumatique, constata sa coagulation. Il en est de même du sang que l'on fait passer directement sous le mercure au sortir de la veine.

Le sang possède donc en lui-même tous les éléments de la coagulation : celle-ci ne peut s'expliquer ni par addition, ni par soustraction de quelque chose de matériel; et c'est à tort qu'on a voulu la rapporter tantôt à la volatilisation de l'ammoniaque (Richardson, *op. cit.*) ou au départ de l'acide carbonique du sang (Scudamore, *op. cit.*), tantôt à l'action de l'un des gaz de l'air (Hewson, *op. cit.*), Virchow (2), Eichwald (3), Mathieu et Urbain (4).

---

(1) Il existe d'ailleurs un moyen de provoquer la formation de bulles gazeuses à l'intérieur même du système circulatoire clos : c'est de soumettre un animal, lapin ou cobaye, à une décompression brusque sous le récipient de la machine pneumatique. Si l'on ouvre rapidement la poitrine de l'animal, on aperçoit par transparence une écume sanguinolente à l'intérieur des oreillettes.

(2) *Virchow.* Archiv für patholog. Anatomie. Bd. I.

(3) *Eichwald.* St-Petersburg Med. Zeitschrift XV, Hft. 4, p. 239. Ueber die eiweissartigen Stoffe der Blutflüssigkeit und des Herzbeutelwassers. Vorlf. Mittheil.

(4) *Mathieu et Urbain.* Expériences sur le rôle des gaz dans les phénomènes de coagulation. Causes et mécanisme de la coagulation du sang. Paris 1875.

On fut naturellement conduit à se demander pourquoi le sang reste fluide chez l'animal vivant, quel est ici l'agent qui s'oppose à la coagulation à l'intérieur des vaisseaux. Hewson avait remarqué que le sang compris entre deux ligatures dans un segment vasculaire ne se coagule qu'au bout d'un temps fort long. Scudamore était allé plus loin : il avait extrait sur un cheval vivant, la veine jugulaire liée à ses extrémités et y avait retrouvé le sang encore liquide au bout de 40 minutes. Mais c'est surtout Brücke (1) qui s'efforça de mettre en lumière l'action anticoagulante de la paroi vasculaire. De nombreuses expériences sur des tortues, des grenouilles et des mammifères le conduisirent à formuler cette proposition que le sang demeure fluide aussi longtemps qu'il reste en contact avec la paroi vasculaire vivante et intacte, qu'il se coagule dans tous les cas où on le soustrait à cette influence. Ayant mis à nu chez une tortue vivante les gros troncs vasculaires qui partent du cœur, il pratiqua sur quelques-uns la ligature simple. Chez d'autres, il introduisit au préalable de petits bouts de tubes de verre destinés à s'appliquer contre la paroi vasculaire et à empêcher ainsi son contact avec le sang. Partout où les tubes de verre avaient été introduits, le sang fut trouvé coagulé, partout où il était directement en contact avec la paroi vasculaire, il resta liquide, mais se coagula ensuite au sortir du vaisseau.

Bien que l'influence de la paroi vasculaire sur le maintien de la fluidité du sang soit un fait fort probable, il n'en est pas moins certain que les tubes de verre que Brücke introduisait dans les vaisseaux de la tortue avaient encore une autre action que celle qu'il leur attribuait : avant tout c'étaient des corps étrangers. Nous savons depuis les expériences de Virchow que des gouttelettes de mercure injectées dans les veines, des fragments de caoutchouc ou de tout autre corps inerte introduits dans le système circulatoire ne tardent pas à se recouvrir de dépôts fibrineux et à agir comme centres de coagulation.

---

(1) *Ernst. Brücke.* Ueber die Ursache der Gerinnung des Blutes. Virchow's Archiv für pathologische Anatomie, Bd. XII, 1857, pp. 81-100. Ibid., pp 172-196.

Vorlesungen über Physiologie. Wien 1875. Bd. I, p. 82.

Virchow. Gesammelte Abhandlungen zur Wissenschaftliche Medicin, p. 104. Erste Hälfte.

Je reviendrai plus loin sur les expériences analogues de Glénard (1) avec lequel je termine cette liste, que j'aurais pu rendre dix fois plus longue.

Ainsi les efforts persévérants de plusieurs générations d'expérimentateurs n'ont servi qu'à établir ces deux points :

1° Le sang reste liquide tant qu'il est contenu à l'intérieur des vaisseaux ;

2° Il se coagule dès qu'il en sort, et qu'il est mis en contact avec des corps étrangers.

Il faut l'avouer, les résultats fournis par l'expérimentation physiologique pure sont ceux qu'on aurait pu obtenir en s'adressant au premier garçon d'abattoir venu.

Mais autant les procédés physiques d'investigation se sont montrés impuissants à nous révéler quelque chose de positif sur la nature de le coagulation, autant les recherches chimiques ont été fructueuses. On peut dire sans exagération que les seuls travaux de Denis et d'Alexandre

---

(1) *Frantz Glénard.* Contributions à l'étude des causes de la coagulation spontanée du sang à son issue de l'organisme. Paris 1875. Comptes-rendus, t. LXXXI, n° 2, et Gazette des Hôpitaux, n° 133, 1875.

Schmidt ont plus fait progresser la science sur ce point difficile, que les centaines de publications accumulées depuis plus d'un siècle.

Cette voie nouvelle fut brillamment inaugurée vers le milieu du siècle dernier par Hewson (*loc. cit.*). Devançant tous ses contemporains par la netteté de ses vues, il démontra, le premier, que c'est dans la partie liquide et non dans les globules que résident les éléments de la coagulation. Il suspendit cette propriété en mélangeant le sang immédiatement au sortir de la veine avec une solution de sulfate de sodium. Ayant attendu que les globules se fussent précipités par leur propre poids, il put décanter la partie liquide surnageant. Ce liquide étendu d'eau se prit spontanément en un caillot transparent.

Cette belle expérience n'eut pas tout le succès qu'elle méritait. Elle était à peu près tombée dans l'oubli et la théorie tout opposée de Prévost et Dumas (1), qui faisait jouer aux globules rouges le rôle principal dans le phénomène qui nous occupe, était adoptée par la plupart des physiologistes, quand J. Müller (2), par une expérience calquée sur celle de Hewson, parvint à dissiper définitivement l'erreur. Il employa une solution de sucre pour retarder la coagulation du sang de grenouille, et en sépara le plasma par filtration. Le liquide clair privé de ses globules ne tarda pas à se coaguler. Müller restitua ainsi au plasma sanguin sa principale propriété, celle de fournir la fibrine (1).

---

(1) *Prévost et Dumas.* Examen du sang.. Bibliothèque universelle, Genève, 1821, t. XVII.

Heynsius soutient encore aujourd'hui une opinion analogue. Voir : *A. Heynsius.* Der direkte Beweiss dass die Blutkörperchen Fibrin liefern. Archiv. f. d. gesammt. Physiologie. Bd. III, 1870, p. 414.

(2) *J. Müller.* Beobachtungen zur Analyse der Lymphe, des Blutes und des Chylus. Poggendorff's Annalen für Physik 1832, t. XXV, p 514; trad. française dans les Annales des sciences naturelles, 2ᵉ série, t. I, p. 339.

C'est vers la même époque que Denis (2) commençait ses remarquables études sur le sang, qui ont jeté une si vive lumière sur le phénomène de la coagulation, et qui l'ont conduit à la découverte de la substance qui se transforme en fibrine. Il donna le nom de *plasmine* à ce corps nouveau. Voici sa préparation (Mémoire sur le sang, pp. 30 et suiv.) :

Denis utilise la méthode de Hewson pour se procurer du plasma sanguin. Il remplit de sang, lors de la saignée, un vase dont le septième de la capacité est occupé par une solution saturée de sulfate de sodium, ayant soin qu'elle se mêle complétement au fluide sanguin à mesure qu'il arrive dans le vase. Après quelques heures, les globules sont tous précipités et le plasma, sans traces de coagulation, se trouve en entier placé au-dessus de ces corpuscules, de sorte qu'il est facile de le décanter ou de l'aspirer au moyen d'une pipette. Sa transparence est encore troublée par une foule de particules solides et par les globules blancs : les uns et les autres peuvent être retenus par le filtre. Dans le liquide parfaitement clair qu'il obtient ainsi, Denis fait apparaître par l'addition de chlorure de sodium en poudre, un précipité floconneux d'une substance appartenant au groupe des albuminoïdes. Cette substance, *la plasmine* (1), recueillie sur un filtre, puis redissoute dans l'eau, lui fournit une solution limpide qui se coagula spontanément, lui donnant d'une part de la *fibrine* (*concrète*), de l'autre un liquide séreux contenant une seconde substance albuminoïde, qu'il appela *fibrine soluble.* Pour Denis la coagulation est donc un phénomène de dédoublement d'une substance préexistant dans le sang, *la plasmine*, en deux autres corps albuminoïdes : *fibrine concrète*, *fibrine dissoute.*

---

(1) La dénomination de plasma est due à *Schultz* (Das System der Circulation 1836, p. 7).

(2) *Denis* (*de Commercy*). Études chimiques sur les matières albumineuses 1842.

Nouvelles études chimiques 1856.

Mémoire sur le sang, etc. Paris 1859, pp. 30 et suivantes.

Comptes-rendus, XLII, XLVII, LII.

Cette expérience, l'une des plus belles et des plus fécondes de la physiologie du sang, inaugure une période nouvelle dans l'étude de la coagulation. Elle replace le phénomène sur son véritable terrain, les seules lois de la chimie. Nous tenons enfin le générateur de la fibrine; nous pouvons étudier sur lui l'action des réactifs et reproduire à volonté le phénomène que nous dominons. Il ne reste plus qu'à le pénétrer dans ses détails.

C'est la tâche qu'Alexandre Schmidt (2) a entreprise. Depuis quinze ans, il a fouillé ce terrain avec une ardeur infatigable et un rare succès. Son point de départ fut différent de celui de Denis. Buchanan avait publié en 1848 (1) une observation fort curieuse : le liquide obtenu par la ponction de l'hydrocèle qui d'ordinaire ne se coagule pas spontanément, peut donner un caillot de fibrine au bout de quelques heures, si l'on a soin d'y ajouter du sang défibriné.

---

(1) Comme on le verra plus loin, la plasmine est un mélange de deux ou trois substances différentes.

(2) *Alexander Schmidt.* Ueber den Faserstoff und die Ursachen seiner Gerinnung. Reichert u. Du Bois's Archiv., p. 545, 1861, ibid., pp. 675-721. — *Idem.* Weiteres über Faserstoff und die Ursachen seiner Gerinnung. Reichert u. Du Bois's Archiv., pp. 428-469, 1862, ibid., pp. 553-564. — *Idem.* Ueber die Faserstoffgerinnung. Vorläuf. Mittheilung. Pflüger's Archiv. Bd. V, p. 481, 25 Februar 1872. — *Idem.* Neue Untersuchungen über die Faserstoffgerinnung. Pflüger's Archiv. Bd. VI, pp. 413-538, 1872. — *Idem.* Ueber die Beziehung der Faserstoffgerinnung zu den Körperlichen Elementen des Blutes. Pflüger's Archiv. Bd. XI, pp. 291-370 et 515-577. — *Idem.* Comptes-rendus LXXXIV, pp. 78 et 112. — *Idem.* Ueber die Beziehung des Kochsalzes zu einigen thierischen Fermentationsprocessen. Pflüger's Archiv. Bd. XIII, p. 93.

Alexandre Schmidt démontra que dans cette expérience la substance active du sang défibriné est contenue dans le sérum, d'où on peut l'extraire à condition de l'étendre de plusieurs fois son volume d'eau et de le soumettre ensuite à un courant d'anhydride carbonique. Le chlorure de sodium ajouté au sérum de façon à le saturer de sel, la fait également passer à l'état insoluble. Les précipités granuleux qu'on obtient ainsi provoquent la coagulation dans le liquide d'hydrocèle. Cette substance qu'A. Schmidt appela *fibrinoplastique*, était la même que Panum (2) venait de décrire sous le nom de *caséine du sérum*, que Stas (3), Guillot et Leblanc (4) avaient extraite du sang. Enfin, la *paraglobuline* et l'*albuminate de potassium* décrits par Kühne (5) dans le sérum sanguin, sont toujours le même corps : les dénominations de *paraglo-*

---

(1) *Buchanan*. On the coagulation of the blood and other fibriniferous liquids. Proceedings of the Glasgow Phil. Soc. Febr. 1848.

(2) *Panum*. Virchow's Archiv. 1851, p. 251, ibid. 1852, pp. 17 et 419.

(3) *Stas*. Note sur le liquide de l'amnios et de l'allantoïde. Comptes-rendus, XXXI, p. 629. 28 oct. 1850.

(4) *Guillot et Leblanc*. Voir aussi *Melsens*. Note sur les matières albuminoïdes. Bulletin Acad. Belgique, p. 17, 1851, vol. XVIII, 2e partie.

(5) *Kühne*. Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität Leipzig 1864.

buline et de *s. fibrinoplastique* sont même devenues synonymes (1).

A. Schmidt retrouva cette substance dans une série assez nombreuse de tissus et de liquides organiques : la salive, le pus, l'humeur aqueuse, la synovie, le liquide allantoïdien, l'albumine de l'œuf, le corps vitré, l'extrait aqueux de la cornée, le tissu conjonctif, les globules blancs du sang etc. Par ses propriétés la *substance fibrinoplastique* appartient au groupe des *Globulines* établi par Hoppe-Seyler (2). Elle est insoluble dans l'eau mais peut s'y dissoudre à la faveur des alcalis libres, des sels des métaux alcalins. On peut la précipiter de ces dissolutions par une simple dilution, par un courant d'anhydride carbonique, par une petite quantité d'acide acétique dilué, par le chlorure de sodium en exès. Ce sont, comme on le voit, à peu près les propriétés de la myosine et de la globuline extraite du cristallin.

A. Schmidt parvint également à isoler la substance qui dans le liquide d'hydrocèle fournit les matériaux de la fibrine. Il adopta pour elle le nom de *fibrinogène* que Virchow et Denis avaient déjà employé, mais dans un sens légèrement différent.

Comme le fibrinoplastique, le fibrinogène s'obtient en étendant le liquide d'hydrocèle (ou celui du péricarde) avec plusieurs fois son volume d'eau, et en le soumettant à un courant d'anhydride carbonique. Il se dépose également, quand on sature le liquide à l'aide de chlorure de sodium; il est insoluble dans l'eau distillée, mais il peut s'y dissoudre à la faveur d'une petite quantité d'hydrate alcalin ou de sel de métal alcalin. Il en est précipité par l'acide acétique dilué, l'anhydride carbonique, etc. Ses propriétés correspondent donc entièrement à celles du fibrinoplastique, et jusqu'ici on n'était guère parvenu à les distinguer l'un de l'autre que parce que le fibrinogène se coagule par addition de fibrinoplastique, et que réciproquement ce dernier fournit de la fibrine quand on le mélange avec le fibrinogène (Hoppe-Seyler, *loc cit.*, p. 237.)

---

(1) Weyl vient de donner à cette substance le nom de Sérumglobuline. Voir *Weyl*. Beiträge zur Kenntniss thierischer und pflanzlicher Eiweisskörper. Zeitschrift für physiologische Chemie I.

(2) *Hoppe-Seyler*. Handbuch der physiologisch-und pathologisch-chemischen Analyse, 1875, p. 229.

A. Schmidt admet que ces deux substances existent concurremment dans le plasma sanguin avant sa coagulation et produisent de la fibrine par leur réaction réciproque (1). Si l'on retrouve encore du fibrinoplastique dans le sérum sanguin alors que la coagulation est terminée, c'est que cette substance existe en grand excès par rapport au fibrinogène, et qu'il s'en forme encore au moment de la coagulation, par suite de la destruction des leucocytes. D'après Schmidt, il faudrait pour la formation de la fibrine une dissolution aqueuse contenant: 1° du fibrinogène; 2° du fibrinoplastique; 3° un minimum de sels et 4° peut-être une certaine quantité d'oxygène. Le sang qui circule contient tout cela. La présence de l'hémoglobine naturelle (non cristallisée) et en général les substances qui catalysent l'eau oxygénée (mousse de platine, charbon animal) favoriseraient la réaction, mais celle-ci ne s'établirait que sous l'influence d'un ferment spécial. Ce ferment qui dérive des globules blancs se forme au moment où le sang est soustrait à l'organisme. Il agit par sa seule présence et se retrouve intact lorsque la coagulation est terminée : il existe donc dans le sérum sanguin. Comme la pepsine, il est soluble dans l'eau, mais il se laisse facilement entraîner par les précipités qui se forment dans ses dissolutions. Si l'on coagule les substances albuminoïdes du sérum par un grand excès d'alcool fort, le ferment de la fibrine se précipite en même temps. En reprenant le coagulum par l'eau au bout de plusieurs semaines ou mieux de plusieurs mois, on obtient une dissolution aqueuse de ferment.

---

(1) On a cru assez généralement que Schmidt avait voulu parler d'une combinaison directe entre fibrinogène et fibrinoplastique. Il s'en est vivement défendu tout récemment. Pflüger's Archiv. Bd. XIII, p. 146.

Cette théorie de la coagulation à laquelle A. Schimdt travaille depuis plusieurs années, a été accueillie en Allemagne avec faveur par un grand nombre de physiologistes, mais aussi violemment attaquée par quelques-uns. En France les idées de Denis ont généralement prévalu.

Olof Hammarsten (1) a récemment publié sur le même sujet des recherches fort intéressantes. Des deux générateurs de la fibrine admis par Schmidt, le fibrinogène seul interviendrait dans la production matérielle de la fibrine : au moment de la coagulation, il se transformerait en partie en fibrine, en partie en fibrinoplastique (fibrine soluble de Denis).

Le tableau suivant est destiné à résumer les théories de Denis, d'Alex. Schmidt et de Hammarsten.

---

(1) *Olof Hammarsten*. Untersuchungen über die Faserstoffgerinnung. Nov. Act. Soc. scient. Upsal. Ser. III, vol. X, pp. 1-130. 1876. — *Idem*. Zur Lehre von der Faserstoffgerinnung. Pflüger's Archiv. 1876, pp. 211-274. Bd. XIV.

Théorie de Denis.

Plasma avant la coagulation :	Plasma après la coagulation :
Plasmine	*Fibrine concrète.* *Fibrine dissoute* (paraglobuline).
Sérine (albumine)	*Sérine* (albumine du sérum).

Théorie d'Alex. Schmidt (fermentation).

Fibrinogène. *Fibrinoplastique* (du plasma et des globules blancs)	*Fibrine.*
	Fibrinoplastique (paraglobuline).
Albumine	*Albumine.*

Théorie de O. Hammarsten (fermentation).

Fibrinogène.	*Fibrine* *Fibrinoplastique* (paraglobuline).
Fibrinoplastique?	*Fibrinoplastique* (paraglobuline).
Albumine	*Albumine.*

Ce tableau est des plus instructifs. La première chose qui saute aux yeux, c'est que Denis, Schmidt et Hammarsten sont complétement d'accord sur les produits de la coagulation. Les noms seuls sont différents. Il n'en pouvait être autrement, puisque c'est un résultat de l'analyse du sang coagulé, qui peut aujourd'hui se faire avec une grande précision.

Quant au sang avant et pendant sa coagulation, on n'a jusqu'ici pu faire que des essais qualitatifs. L'identité de propriétés entre le fibrinogène et le fibrinoplastique, rendait leur dosage séparé impossible, et l'analyse quantitative du sang avant sa coagulation restait à l'état de desideratum. Grâce à une méthode que j'ai imaginée et qui est basée sur une propriété nouvelle du fibrinogène, il est facile de doser cette substance séparément et d'effectuer une analyse complète de sang avant sa coagulation. La simple comparaison avec les chiffres de l'analyse du sang après la coagulation permet de suivre les transformations des substances albuminoïdes du plasma dans leurs moindres détails, et de retracer un tableau complet de ce phénomène.

L'accord qui existe dans la seconde colonne du tableau précédent finira également par s'établir entre les termes de la première colonne, grâce à l'emploi de la balance, cet auxiliaire indispensable des recherches chimiques.

CHAPITRE II.

LE FIBRINOGÈNE DU SANG.

La difficulté que l'on éprouve à se procurer du plasma sanguin est la principale cause des nombreuses lacunes que présente l'histoire de ce liquide : je décrirai donc avec quelques détails les procédés que j'ai employés pour sa préparation.

Le sang des vertébrés étant un mélange de plasma et de globules, le problème consiste à séparer ces derniers avant que la coagulation survienne. Il ne faut pas songer à la filtration : les globules rouges sont des corps tellement mous qu'ils se glissent à travers les pores du papier le plus fin (1). C'est par décantation qu'on doit les séparer. En effet, grâce à leur densité plus grande, les hématies tendent à se rassembler au fond du vase. Ils se déposent avec une rapidité très-variable chez les diverses espèces animales (1). Tandis que le sang de bœuf ne donnerait, après plusieurs jours d'attente, qu'une couche de liquide clair à peine perceptible, le sang des solipèdes, celui du cheval en particulier, commence au bout de quelques minutes à se séparer en un liquide jaunâtre qui surnage (plasma) et en une bouillie de globules gagnant les parties inférieures. Mais la coagulation le saisit en général au moment où cette stratification ne fait que commencer, de sorte qu'il est à peu près indispensable de suspendre la production de la fibrine par l'un des moyens dont il a été question dans l'introduction. J'ai employé successivement le froid, les sels alcalins et la conservation du fluide sanguin dans son réceptacle naturel, un gros vaisseau lié à ses extrémités.

---

(1) On réussit, paraît-il, à séparer les globules en filtrant le sang par différence de pression à travers une cloison poreuse de biscuit. Voir : *de Gorup-Besanez.* Traité d'analyse zoochimique. Paris, 1875, pp. 13 et 14.

Pour soumettre le sang de cheval à un refroidissement rapide, j'ai fait confectionner, d'après un modèle que j'ai trouvé dans le *Handbook for the physiological Laboratory de Burdon-Sanderson, Londres, 1873, p. 168,* un appareil composé de trois vases cylindriques en zinc (2) de grandeur décroissante. Les cylindres sont placés les uns dans les autres : je remplis de glace le plus petit ainsi que l'intervalle qui sépare le cylindre extérieur du moyen. Je reçois alors le sang qui arrive directement de la veine dans l'espace en forme de manchon, qui reste libre entre le cylindre intérieur et le moyen. La couche de sang n'a dans mon appareil qu'un centimètre d'épaisseur, elle se trouve refroidie par ses deux surfaces. Ce procédé permet d'obtenir d'assez grandes quantités de plasma et de les conserver pendant plusieurs heures à l'abri de toute coagulation. Il suffit d'attendre le dépôt des hématies et d'aspirer à l'aide d'une pipette refroidie le liquide surnageant. Le plasma ainsi obtenu est souillé d'un peu de matière colorante du sang. Il est en effet impossible, pendant qu'on achève de remplir le cylindre de sang, d'empêcher qu'il ne se mélange avec quelques gouttelettes d'eau condensées sur les parois métalliques refroidies. Cette eau dissout une petite quantité d'hémoglobine qui donne au plasma une teinte légèrement rosée. Je n'ai pu utiliser ce procédé aussi souvent que je l'aurais désiré, l'abattage des chevaux se faisant à Gand à une heure assez matinale.

---

(1) G. Bunge a eu l'idée d'exagérer cette vitesse en soumettant le sang à une rotation rapide dans un appareil à force centrifuge.

G. Bunge. Zeitschrift für Biologie. Zur quantitativen Analyse des Blutes, XII, pp. 191-216. — Voir aussi *Gautier.* Chimie appliquée, etc., 1871, Paris, p. 488, I.

(2) Le choix du zinc est loin d'être heureux. J'ignorais à cette époque l'action spéciale que ce métal exerce sur le sang.

J'ai au contraire fréquemment employé des dissolutions salines pour suspendre la coagulation du sang. Comme je le montrerai plus loin, ces solutions ne modifient guère les propriétés des substances albuminoïdes du plasma. Le sulfate de magnésium m'ayant donné des résultats bien supérieurs à ceux obtenus par le sulfate de sodium, je n'ai pas tardé à me servir exclusivement du premier. Alexandre Schmidt et Olof Hammarsten lui donnent également la préférence. Le vase dans lequel je reçois le sang contient un poids connu d'une solution concentrée de sulfate de magnésium (une partie de $Mg.SO_4$ pour trois parties d'eau) correspondant environ au tiers du volume de sang à recevoir. J'achève de le remplir avec le sang que je laisse couler directement du vaisseau. La séparation en globules et plasma s'effectue ici comme pour le sang soumis au froid, mais plus lentement. Ce plasma, recueilli au bout de quelques heures et filtré, constitue un liquide citrin d'une transparence parfaite et qui se prête admirablement au dosage du fibrinogène.

Si l'on veut rapporter les chiffres trouvés, à 100 de plasma non dilué, il faut au préalable déterminer le degré de dilution du mélange magnésien, ce qui peut se faire en dosant les substances albuminoïdes en bloc par l'ébullition en présence d'une petite quantité d'acide acétique et comparant le poids ainsi trouvé avec le poids obtenu en effectuant une détermination quantitative du même genre dans une petite portion de plasma non dilué, conservé à l'intérieur d'une veine, d'après le procédé suivant.

Ce sont les expériences récentes de Glénard (1) qui m'ont donner l'idée d'utiliser pour l'analyse du plasma la propriété qu'offre le sang de cheval de rester pendant longtemps liquide dans une veine extraite du corps, et de s'y séparer en peu de temps en plasma et en magma globulaire (2).

Le cheval n'a qu'une veine jugulaire de chaque côté (3). Ce volumineux vaisseau est situé sur les parties latérales de l'encolure, au niveau du sillon profond très-visible à l'extérieur (gouttière jugulaire) qui s'étend du poitrail à la base de l'oreille, près de l'articulation de la mâchoire. Il est recouvert par la peau, le tissu cellulaire sous-cutané, le peaucier et les rameaux du plexus cervical.

Voici le procédé que j'ai trouvé le plus commode pour utiliser les chevaux sacrifiés dans les abattoirs et extraire les deux jugulaires par la même incision : le cheval est assommé par un vigoureux coup de marteau asséné sur la région frontale. Il tombe comme une masse, exécutant parfois quelques mouvements convulsifs des extrémités. Sans perdre un instant, je fais sur la ligne médiane au-devant de la trachée, à la partie inférieure du cou, une incision longitudinale comprenant la peau, le tissu cellulaire sous-cutané et le peaucier. Je dissèque la peau aussi rapidement que possible, rencontrant le muscle sterno-maxillaire que je dépasse. J'arrive ainsi fatalement sur la veine jugulaire; je l'isole sur une petite étendue en me servant autant des doigts que du scalpel. Je glisse un bout de ficelle sous la veine et je la lie dans sa partie la plus déclive, à l'aide d'un nœud fortement serré. Je passe ensuite à l'autre côté où j'en fais autant. L'opération doit s'exécuter avec célérité, de façon que l'animal puisse encore être soigné comme d'habitude. L'abatteur plonge immédiatement son long couteau au niveau de la fourchette du sternum dans la direction du cœur. Un flot de sang noirâtre s'échappe de la plaie. C'est le moment de remplir les vases contenant le liquide au sulfate de magnésium et de recueillir des échantillons de sang pour les dosages de fibrine et pour l'analyse du sérum.

---

(1) *Glénard.* Loc. cit.

(2) Cette séparation s'effectue parfois sur l'animal vivant. Voir : *Cl. Bernard.* Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme, 1859, I, p. 453.

(3) Voir : *Chauveau.* Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques.

L'animal une fois saigné, je puis extraire à loisir les veines jugulaires. Je prolonge l'incision sur la ligne médiane jusqu'à la tête, je procède à la ligature d'une dizaine de collatérales et j'isole complétement la veine jusqu'au niveau de sa bifurcation supérieure où je glisse une ligature sous elle. Mais avant de la serrer, j'ai soin, par des frictions pratiquées à travers la peau, de faire refluer le plus de sang possible dans le segment veineux que j'enlève. Je suspends le vaisseau verticalement, en ayant égard à la direction des valvules qui d'ailleurs sont incomplètes ou nulles. La veine de l'autre côté est extraite avec les mêmes précautions. Il est fort commode pour cette seconde extraction que l'animal soit changé de position. Les vaisseaux extraits de cette façon peuvent atteindre 60 centimètres de long et contenir plusieurs centaines de grammes de sang. Au bout d'un petit nombre de minutes, le sang commence à s'y séparer en deux couches, l'une inférieure, rouge sombre, globulaire, l'autre hyaline, plasmatique. Une ligature intermédiaire permet d'isoler la partie plasmatique. Dans cette opération, l'hémorrhagie est tout à fait insignifiante, le cœur cessant presque instantanément de battre après le coup d'assommoir. Les seuls instruments à employer sont un ou deux bistouris bien affilés et un peloton de ficelle. Un aide est tout à fait superflu (1).

C'est sur du plasma obtenu à l'aide du troisième procédé, que j'ai découvert la propriété qu'offre le fibrinogène de se coaguler par la chaleur à une température relativement basse (+ 56° C). Avant moi, Kühne (2) avait employé la méthode des coagulations successives pour séparer les substances albuminoïdes du plasma musculaire : il y avait trouvé de cette façon deux albumines, l'une devenant insoluble à + 47°, l'autre à + 75°. Si personne après lui n'a songé à l'appliquer au plasma sanguin, il faut l'attribuer en partie à la difficulté d'élever la température de ce dernier tout en empêchant la production de la fibrine, et surtout aux résultats décourageants que donne la même méthode avec le sérum sanguin.

---

(1) Grâce à la bienveillance de M. le professeur Thiernesse, directeur de l'École de médecine vétérinaire, j'ai pu pratiquer à Curegem cette opération sur un cheval vivant. Je prie M. Thiernesse de recevoir ici l'expression de ma gratitude.

(2) *Kühne*. Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig, 1864.

Si je chauffe graduellement au bain d'eau un échantillon de sérum de cheval, il reste parfaitement limpide jusque vers + 65° C. A ce moment il commence à présenter une opalescence manifeste qui s'accentue à mesure que la température s'élève. En même temps, il s'épaissit graduellement, de sorte que vers + 72° C à + 75° C, il a la consistance d'une gelée de fruits. Le liquide que j'en extrais par expression est encore fortement opalescent et continue à se troubler si j'échauffe davantage. Il est ici manifestement impossible de séparer par coagulation les deux substances albuminoïdes que contient le sérum sanguin. Les températures correspondant au début et à la fin de la coagulation se trouvent fort éloignées l'une de l'autre. Il n'est donc pas étonnant que la même méthode n'ait pas été tentée sur le plasma sanguin.

C'est par hasard que j'ai découvert le point de coagulation du fibrinogène du sang, dans le cours d'expériences entreprises primitivement dans le but de déterminer exactement la limite supérieure de température que le sang peut supporter sans perdre la propriété de se coaguler spontanément par production de fibrine. Je renferme un segment de veine jugulaire de cheval gonflée de plasma dans un tube de verre à parois minces à côté d'un thermomètre. Le tube, convenablement bouché, plonge dans un bain d'eau dont un second thermomètre indique la température. Il faut chauffer lentement, de façon que le thermomètre intérieur ne soit jamais en retard de plus d'un ou deux dixièmes de degré sur le thermomètre plongé dans l'eau. Si je retire la veine et si je l'ouvre avant d'avoir atteint le premier point de coagulation, le liquide qui s'en écoule n'a pas changé d'aspect et ne tarde pas à se prendre en caillot à la façon du sang. J'ai pu chauffer ainsi un segment veineux à + 55°,5 C; le plasma qui avait été soumis à cette température pendant plusieurs minutes se coagula presque instantanément à son issue du vaisseau. Un second segment emprunté à la même veine, et qui avait été soumis à une température de + 56° C fut également ouvert, mais fournit un liquide qui fut conservé pendant plusieurs jours sans donner la moindre trace de fibrine.

Cette expérience fut répétée au moins sur une douzaine de veines et donna chaque fois des résultats identiques. Une température supérieure à + 56° fait brusquement et irrévocablement perdre au sang ses propriétés fibrinogènes. Une addition de sérum est même incapable de les rappeler.

Mais en même temps que le liquide perd la faculté de se coaguler spontanément, il change d'aspect par suite de la formation d'un précipité grumeleux. Les granules de ce précipité s'agrégent pour former des flocons qui se laissent facilement séparer par filtration : le liquide filtré passe parfaitement clair. Je puis le chauffer jusqu'à + 65° à + 66° sans que sa limpidité subisse la moindre atteinte. Privé de la substance qui se coagule à + 56°, il se comporte comme le sérum, devenant opalescent vers + 56° et se coagulant ensuite complètement si l'on élève davantage la température. Comme le sérum, il contient deux substances albuminoïdes en solution : l'albumine ordinaire et la paraglobuline. L'addition de chlorure de sodium en excès précipite cette dernière substance. On peut également l'extraire en diluant le liquide de 10 à 15 fois son volume d'eau et en le soumettant à un courant d'acide carbonique.

La paraglobuline se dépose alors sous forme d'un précipité finement granuleux.

La substance qui se coagule à + 56° n'existe pas dans le sérum : elle disparaît donc complétement par le fait de la coagulation de la fibrine, et diffère notablement de l'albumine et du fibrinoplastique par son point de coagulation.

Sans aucun doute, c'est le corps albuminoïde dont Alex. Schmidt admit l'existence dans le sang, et qui correspond au fibrinogène du liquide d'hydrocèle. Comme ce dernier, la substance qui se coagule à + 56° appartient au groupe des *globulines* de Hoppe-Seyler ; elle est précipitée par le chlorure de sodium en excès. Si je sature à l'aide de sel ordinaire, du plasma naturel ou mélangé au sulfate de magnésium, j'obtiens le précipité floconneux qui constitue la plasmine de Denis, dont le fibrinogène représente une partie. Je recueille la plasmine sur un filtre, et je la lave complétement avec une solution saturéé de chlorure de sodium. J'exprime ensuite le filtre avec le précipité entre plusieurs doubles de papier à filtrer, de façon à le débarrasser de l'excès de chlorure de sodium. Je recueille le précipité à l'aide d'une spatule et je le dissous dans l'eau distillée; ou mieux encore, je divise le filtre auquel le précipité est resté adhérent en petits fragments que je fais macérer pendant quelques minutes dans l'eau distillée. Les grumeaux de plasmine se dissolvent complétement grâce à la petite quantité de sel qui leur est restée adhérente. Le liquide ainsi obtenu est filtré pour en séparer les morceaux du filtre. Une portion de ce liquide chauffé au bain d'eau donne à + 56° C, 5 une coagulation toute semblable à celle que présentait le plasma sanguin. Une seconde portion du même liquide est abandonnée dans un gobelet, à la température ordinaire du laboratoire. Au bout d'un temps qui varie entre quelques minutes, une demi-heure, une heure ou plus longtemps, il se prend spontanément en une gelée compacte, hyaline. Le caillot ainsi formé se rétracte parfois en laissant suinter un sérum aqueux; d'autres fois il reste adhérent aux parois du vase dans lequel il s'est formé. Dans tous les cas, on peut en exprimer un liquide qui contient de la paraglobuline.

Pour Denis, la plasmine s'est dédoublée en fibrine *concrète* et *fibrine soluble.* Mais il m'a été facile de prouver que la fibrine soluble ou paraglobuline existe déjà dans la plasmine avant sa coagulation, et que cette dernière est réellement un mélange de deux substances comme l'admet Schmidt. Reprenons en effet notre solution de plasmine qui a été soumise à la température de + 57° C; séparons-en le précipité qui s'y est formé et examinons le liquide qui filtre. Ce liquide renferme encore une substance albuminoïde dont toutes les propriétés correspondent à celles de la paraglobuline: il précipite par l'acide carbonique, par le chlorure de sodium, etc. Si nous remplaçons ce liquide filtré, dans le bain d'eau, et si nous continuons à élever la température, nous pourrons monter jusqu'à + 75° avant que les premiers signes d'une seconde coagulalation, celle de la paraglobuline ou fibrinoplastique apparaissent.

La substance qui se coagule à + 56° existe donc dans le plasma sanguin alors qu'il est encore contenu dans les vaisseaux; elle disparait complétement pour faire place à la fibrine pendant la coagulation spontanée; elle peut être précipitée en compagnie de la paraglobuline par le chlorure de sodium en excès. Le mélange de ces deux substances (plasmine de Denis) se coagule spontanément comme le plasma. La plasmine chauffée offre une première coagulation à + 56° et perd en même temps la propriété de fournir de la fibrine. Il en est de même du sang privé de cette substance. Toutes ses propriétés se rapportent au *fibrinogène* dont Alexandre Schmidt admit l'existence dans le plasma sanguin. Le doute n'est donc guère possible. Il se présente cependant une difficulté. A côté du fibrinogène hypothétique du sang que Schmidt n'a jamais obtenu à l'état de pureté, qu'on n'a jamais pu y déterminer quantitativement, il existe un fibrinogène réel, dont A. Schmidt a étudié les propriétés et qu'il a extrait du liquide d'hydrocèle. Le fibrinogène du liquide d'hydrocèle et celui du sang sont assurément des substances très-voisines puisqu'elles appartiennent toutes deux au groupe des globulines ; mais est-il bien prouvé qu'ils soient identiques. Deux propriétés me semblent les différencier nettement : 1° Leur point de coagulation par la chaleur est trop différent ; le fibrinogène du sang se coagule à + 56° C; celui des transsudats devient insoluble à une température voisine de celle de la coagulation de l'albumine. Cette seule propriété suffirait pour les séparer et permettrait de les doser isolément, s'ils pouvaient se trouver réunis dans un même liquide de l'économie. 2° le liquide d'hydrocèle chauffé vers + 60° perd radicalement la propriété de fournir de la fibrine, mais il ne subit aucun changement apparent :

« *Dagegen verlor jede fibrinöse Flüssigkeit ein mal auf + 60° erwärmt ihre Gerinnbarkeit ganz und zwar ohne zich dabei äusserlich sichtbar zu verändern,* » dit Alex. Schmidt. Au contraire, le fibrinogène du sang peut être chauffé impunément jusqu'à quelques dixièmes de degré au-dessous de son point de coagulation sans que ses propriétés fibrinogènes semblent affaiblies. Il ne les perd que si on le précipite par la chaleur. Alexandre Schmidt a donc probablement confondu sous le nom de *fibrinogène* deux globulines différentes. Mais la nomenclature des substances albuminoïdes du sang et des liquides qui en dérivent est déjà si compliquée, que je n'ai pas voulu donner au fibrinogène du sang un nom (*hémofibrinogène*) permettant de le distinguer de celui du liquide d'hydrocèle (*hydrofibrinogène*) aussi longtemps que je ne me serai pas convaincu irrévocablement que ce sont des substances différentes. L'occasion ne s'en est pas encore présentée. Je compte, dès que je pourrai me procurer du liquide d'hydrocèle en quantité suffisante, en extraire le fibrinogène pour en étudier comparativement les propriétés. Je le dissoudrai dans du plasma sanguin, pour voir si, placé dans les mêmes conditions que le fibrinogène du sang, il se coagule par la chaleur à une température différente.

Le fait de la coagulation par la chaleur du fibrinogène à l'intérieur même d'une portion du système circulatoire me semble de la plus haute importance. Il ruine définitivement l'idée qui a eté souvent émise, d'après laquelle le plasma sanguin ne contiendrait qu'une seule substance albuminoïde d'où dériveraient au moment de la mort du sang, la fibrine, l'albumine, etc. Brücke (1) soutient une opinion de ce genre. Cet illustre physiologiste avait découvert que du plasma de cheval dont la coagulation spontanée a été empêchée pendant quelques heures par l'addition d'acide acétique ou tartrique, ne donne plus de fibrine, même après neutralisation par l'ammoniaque. Ayant chauffé graduellement ce plasma, il trouva qu'il se comportait comme une solution d'albumine, devenant opalescent entre + 60° et + 65° et prenant vers + 70° un aspect laiteux dû à la coagulation de l'albumine. Il en conclut que la fibrine se forme dans le sang aux dépens d'une partie de l'albumine ordinaire, et ne dérive pas d'un corps préformé différent de celle-ci. Vulpian (1) lui aussi n'admet dans le plasma sanguin qu'une seule matière albuminoïde, qui se dédoublerait en albumine et plasmine; la plasmine elle-même donnerait ensuite de la fibrine et de la paraglobuline.

---

(1) *Brücke.* Vorlesungen über Physiologie, p. 100. Wien, 1875.

Comme je l'ai démontré, l'étude de la coagulation du plasma par la chaleur, faite dans les meilleures conditions, à l'intérieur même de la veine, conduit à des conclusions diamétralement opposées. Le plasma contient bien réellement trois substances albuminoïdes nettement caractérisées. L'objection qu'on faisait à Denis, d'après laquelle le plasma serait un produit artificiel résultant d'une altération du sang sous l'action des réactifs, tombe complétement à faux. Enfin, il n'est plus permis de considérer la fibrine comme provenant de l'agrégation de particules solides préexistantes, microzymas ou autres qui se trouveraient primitivement à l'état de suspension dans le fluide sanguin (Béchamp).

Revenons à la coagulation du fibrinogène par la chaleur. On sait que le point de coagulation de l'albumine peut être notablement abaissé si la solution est acide et si l'on y introduit des sels neutres. Les alcalis, la dilution élèvent au contraire la température à laquelle l'albumine devient insoluble. Comme la quantité de sels contenus dans le sang et son degré d'alcalinité sont sujets à varier dans des limites assez larges, il est naturel que le point de coagulation du fibrinogène s'en ressente. En effet, le plasma provenant de chevaux différents offre, sous ce rapport, des variations légères restant toujours comprises entre les limites extrêmes + 55° C et + 57° C. Mais pour un même sang, le passage du fibrinogène à l'état insoluble s'obtient dans des limites de température fort étroites, ne dépassant certainement pas 2 à 3 dixièmes de degré. Sous ce rapport, cette substance se comporte donc d'une façon toute différente de l'albumine.

---

(1) *Vulpian.* Leçons de pathologie expérimentale.

Le mélange de plasma avec moitié de son volume de la solution magnésienne abaisse le point de coagulation de 1 à 2 degrés, il se coagule alors entre + 54° et + 55°. Si l'on introduit graduellement du chlorure de sodium dans du plasma où l'on a suspendu la production de fibrine à l'aide de la solution magnésienne, le fibrinogène et la paraglobuline se séparent à l'état de flocons qui donnent au liquide l'aspect crémeux. Mais une partie de ces globulines reste en solution. En mélangeant ainsi des volumes égaux de plasma au sulfate de magnésium et de solution de chlorure de sodium saturée à la température ordinaire et en séparant le précipité par filtration, on obtient un liquide qui renferme un peu de fibrinogène. Une solution ainsi saturée à moitié de sel marin s'est coagulée entre + 45° et + 48°.

Enfin du plasma au sulfate de magnésium à peu près saturé de sel marin contient encore une minime quantité de fibrinogène en dissolution. Je l'ai vu se coaguler alors à + 28°. J'avais ainsi l'exemple curieux d'une substance albuminoïde que la chaleur de la main suffit à faire passer à l'état insoluble. Dans ces liquides saturés de sel, l'albumine se coagule également à une température anormale (entre + 45° et + 50°).

Si l'on cherche à démontrer la coagulation du fibrinogène dans le plasma obtenu par le froid, ou dans celui qu'on vient d'extraire de la veine, on réussira le plus souvent, surtout si l'on opère sur de petites quantités de liquide que l'on échauffe rapidement. D'autres fois la fibrine se formera avant que le plasma ait atteint + 56°. Il est très-facile de distinguer à la simple vue la production spontanée de fibrine de la coagulation par la chaleur du fibrinogène. Le plasma en train de se coaguler spontanément devient fortement opalescent dans toute sa masse à la fois et se transforme en une gelée compacte. La coagulation par la chaleur du fibrinogène suit une tout autre marche. Supposons un tube de verre mince, rempli à moitié de plasma filtré et plongeant dans un bain d'eau chauffée entre + 56° et + 60°. La coagulation du fibrinogène commencera toujours dans le voisinage de la surface libre du liquide. Il se forme là un trouble laiteux qui se propage de haut en bas, mais qui dans sa partie inférieure n'occupe que le centre du tube. A un certain moment, les parties coagulées représentent un cône à sommet inférieur. Ce cône s'agrandit de plus en plus et le phénomène finit par envahir toute la masse du liquide. La matière ainsi coagulée se présente à l'état de grumeaux rassemblés en flocons qui nagent dans un liquide clair et se laissent assez rapidement séparer par le filtre.

J'ai retrouvé le fibrinogène dans le sang des différentes espèces de mammifères que j'ai pu examiner : sang d'un grand nombre de chevaux, puisé dans la veine jugulaire et dans le cœur; sang de la carotide d'un lapin jeune adulte ; sang des vaisseaux du cou de l'agneau; sang humain puisé dans l'oreillette droite d'une femme qui s'était suicidée par strangulation 48 heures auparavant. Les échantillons de sang furent chaque fois reçus dans la moitié de leur volume de solution magnésienne. On laissa aux globules le temps de se déposer et le fibrinogène fut recherché par la chaleur dans le liquide surnageant filtré au préalable. Il se coagula pour chacun de ces sangs à une température voisine de + 55°. Du sang de grenouille verte se comporta de la même façon (1).

Grâce à sa coagulation précoce, le fibrinogène peut être dosé seul à l'état coagulé avec la plus grande facilité. On pèsera dans un large tube fermé une cinquantaine de grammes de plasma filtré à une basse température (2) et on le plongera dans un bain d'eau chauffée au préalable à une température qui ne doit pas dépasser + 64° C. Il peut être avantageux d'ajouter au liquide une certaine quantité de solution magnésienne pour éviter que la coagulation spontanée de la fibrine ne vienne faire manquer l'analyse. Le précipité est lavé à l'eau, ou mieux avec une solution de chlorure de sodium à 1/2 p. °/₀ (pour éviter qu'une partie de la paraglobuline ne se dépose.) On le laisse se rassembler au fond du vase avant de le recueillir sur un petit filtre de papier de Suède, taré avec le plus grand soin (desséché à + 110° et pesé entre deux verres de montre). On l'épuise sur le filtre à l'eau distillée, puis à l'alcool bouillant pour éloigner les graisses et la lécithine. On le dessèche ensuite pendant plusieurs heures dans un courant d'air chauffé entre + 110° et + 120°. On le laisse refroidir dans un exsiccateur et l'on pèse à différentes reprises entre les verres de montre. On n'admet comme vrai le chiffre du poids que lorsqu'on s'est assuré qu'il ne subit plus de diminution.

---

(1) J'ai retrouvé également le fibrinogène du sang dans un liquide d'épanchement pleurétique extrait à l'autopsie 36 heures après la mort. Il se troubla à + 56° C. Le précipité granuleux ayant été séparé par filtration, le filtrat put être chauffé jusque vers + 66° avant de changer une seconde fois d'aspect. Au bout de deux heures, la partie qui n'avait pas été chauffée se coagula spontanément.

Un liquide extrait d'une ampoule de vésicatoire resta parfaitement clair quoiqu'il eût été chauffé à plusieurs degrés au-dessus de + 60°. Il ne contenait probablement que le fibrinogène de Schmidt, car l'addition de quelques gouttes de sang de lapin défibriné y détermina au bout de quelques heures la formation d'un petit caillot fibrineux.

(2) On filtrera le plasma sur une série de petits entonnoirs entourés de glace saupoudrée de quelques grains de sel. Mais il faut soigneusement éviter que la température descende au-dessous de — 4° C à — 5° C, point auquel le plasma commence à se congeler. Car les cristaux, une fois formés, fondent lentement et doivent alors être rechauffés jusqu'à 0° : ils n'ont pas la même composition que le liquide dans lequel ils nagent. Dans une expérience 5gr,808 de cristaux desséchés entre du papier à filtre refroidi ont donné 0gr,241 de matières albuminoïdes coagulées par l'alcool, soit 6gr,33 p. °/o. Le liquide plus riche en albuminoïdes fut soumis de nouveau à un mélange de glace et de sel et donna une seconde récolte de cristaux dont 5gr,535 fournirent 0gr,475 de matières albuminoïdes, soit 8gr,404 p. °/o. Enfin, le liquide obtenu finalement s'était notablement ap-

Pour faire un dosage comparatif de fibrine, je me sers avec avantage du petit appareil de Hoppe-Seyler, qui se compose d'un gobelet recouvert d'une coiffe de caoutchouc à travers laquelle passe la baguette de baleine qui sert à défibriner. Son poids ayant été déterminé exactement, on y introduit une cinquantaine de grammes de plasma filtré. Ordinairement on a tout le temps de peser avant que la coagulation commence. On s'en assurera par un essai préalable sur une petite portion de substance. On réchauffe

---

pauvri en eau. 6gr,253 donnèrent 0gr,575 de substances albuminoïdes, soit 9gr,211 p. °/₀.

ensuite le gobelet en le plongeant dans de l'eau à + 45°, pour activer la coagulation et l'on procède activement au battage du liquide. La fibrine ainsi obtenue (1) est lavée avec une dissolution étendue de chlorure de sodium jusqu'à ce qu'elle soit d'une blancheur parfaite. On la recueille sur un très-petit filtre taré, on l'épuise par l'eau, l'alcool bouillant, etc. Dans les deux cas, on doit ensuite calciner la substance et le filtre pour pouvoir tenir compte du poids des cendres. Naturellement le papier dont on fait usage ne doit laisser à la calcination qu'une trace imperceptible de résidu non volatil.

Je ne donnerai ici qu'un seul exemple d'analyse (la première que j'ai faite). Je publierai les chiffres des autres quand j'en aurai une série nombreuse.

Analyse comparative de la fibrine et du fibrinogène. Cheval abattu à 6 heures du matin. Les deux veines jugulaires sont, immédiatement après leur extraction, suspendues verticalement dans un long bocal de verre dont les parois intérieures sont maintenues humides. A 5 heures après midi, j'isole sur chacune des veines à l'aide d'une ligature la portion supérieure gorgée de plasma.

Les deux segments plasmatiques, renfermés dans un tube de verre, sont plongés dans de la glace pendant quinze minutes. On les ouvre d'un coup de ciseaux, le liquide citrin qui s'écoule est reçu dans un gobelet refroidi au préalable et distribué sur trois petits filtres maintenus à 0°. Au bout d'une heure, les liquides filtrés sont réunis, intimement mélangés, puis divisés en deux portions A et B.

---

(1) Ce procédé est le seul qui permette de préparer de la fibrine du sang absolument pure. Avec de la patience on peut, il est vrai, l'obtenir à peu près aussi blanche par le battage du sang, mais dans ce cas elle est encore toujours souillée de débris de globules blancs ou rouges. Voir : *Melsens.* Ann. de chim. et de phys.

La fibrine qui dérive de la plasmine est aussi très-pure.

A. — *Dosage du fibrinogène.*

Poids du vase et du plasma . . 157^{gr}.270
— seul . . . . . . 119^{gr}.240

38^{gr}.030 de plasma.

On chauffe à + 62° C.

Poids des verres de montre, du filtre et du précipité 22^{gr}.432
— et du filtre seuls. . . 22^{gr}.2665

0^{gr}.1655 de fibrinog.

Poids du creuset et des cendres 17^{gr}.155
— seul. . . . . 17^{gr}.153

0^{gr}.002 de cendres.

38^{gr}.030 de plasma donnent 0^{gr}.1655 — 0^{gr}.002 = 0^{gr}.1635 de fibrinogène, soit 0^{gr}.4299 pr. ct.

B. — *Dosage de fibrine.*

Poids de l'appareil Hoppe-Seyler et du plasma. 85^{gr}.520 de plasma.
— — seul. . . . . 45^{gr}.315

40^{gr}.205

Poids des verres de montre, filtre et fibrine. 22^{gr}.511
— — seuls. . . 22^{gr}.355

0^{gr}.156 de fibrine.

Poids du creuset et des cendres 17^{gr}.156
— seul. . . . . 17^{gr}.151

0^{gr}.005 de cendres.

40^{gr},205 de plasma contenaient donc 0^{gr},156 — 0^{gr},005 = 0^{gr},151 de fibrine, soit 0^{gr},375 p. °/₀.

Le plasma qui contenait 0^{gr},4299 p. °/₀ de fibrinogène ne fournit que 0^{gr},375 de fibrine, et les autres analyses ont donné des résultats analogues (1). Une partie du poids du fibrinogène s'est donc converti en une autre substance que de la fibrine. C'est un point que j'exposerai en détail dans une publication qui fera suite à celle-ci.

Pour déterminer jusqu'où pouvait aller l'erreur dans le dosage du fibrinogène, je dosai cette substance dans trois portions d'un même liquide en opérant un peu différemment dans chacune des opérations. $674^{gr},2$ de sang de cheval furent reçus dans $385^{gr},5$ de solution magnésienne. Au bout de deux jours, le plasma magnésien fut décanté et filtré. Une première portion de $52^{gr},808$ fut chauffée à + 65°. Déduction faite des cendres ($0^{gr},002$), elle fournit $0^{gr},152$ de fibrinogène, soit $0^{gr},2878$ p. $^{0}/_{0}$. Une deuxième portion de $45^{gr},184$ fut chauffée à + 61°5; elle fournit $0^{gr},1333$ de fibrinogène, soit $0^{gr},295$ p. $^{0}/_{0}$. Une troisième portion de $59^{gr},795$ fut additionnée de la moitié de son volume de solution magnésienne, puis chauffée à + 56°; elle fournit $0^{gr},1595$ du précipité, soit $0^{gr},26675$ p. $^{0}/_{0}$. Une quatrième portion du même plasma dilué servit cinq jours plus tard à déterminer la proportion de fibrinogène qui passe dans la plasmine de Denis. $111^{gr},54$ de liquide furent traités par le chlorure de sodium en substance. Le précipité de plasmine, délayé dans une grande quantité de solution saturée de Nage, puis recueilli et lavé sur un filtre jusqu'à ce que les eaux de lavage additionnées d'acide acétique dilué ne coagulent plus par la chaleur. Le filtre fut divisé en fragments et délayé avec le précipité dans une petite quantité d'eau distillée qu'on décanta et remplaça plusieurs fois par de nouvelles portions d'eau distillée en ayant chaque fois soin de bien exprimer les fragments du filtre. Les liquides furent passés à travers un second filtre qui fut lavé avec soin. Ces liquides réunis furent soumis à une température de + 60° C pour précipiter le fibrinogène. On obtint 0^{gr},269 de fibrinogène, soit 0^{gr},241 p. °/$_{0}$. Les liquides filtrés additionnés d'acide acétique dilué furent versés par petites portions dans un gobelet chauffé au bain de sable et contenant de l'eau en pleine ébullition. Le précipité recueilli pesait 0^{gr},137 (toujours déduction faite du poids des cendres), soit 0^{gr},122 p. °/$_{0}$. Les 0^{gr},363 p. °/$_{0}$ de plasmine se composaient donc de 0^{gr},241 de fibrinogène et de 0^{gr},122 de paraglobuline. Dans une cinquième portion de 20^{gr},091 je déterminai le poids total des substances albuminoïdes réunies, par l'ébullition en présence de quelques gouttes d'acide acétique dilué. Les 20^{gr},091 donnèrent 0^{gr},643, soit 3^{gr},2004 p. °/$_{0}$ de substances albuminoïdes.

---

(1) A. Schmidt et Hammarsten sont arrivés à des résultats semblables, mais en employant des méthodes différentes.

Ce plasma dilué contenait donc p. °/$_{0}$:

Fibrinogène	I 0^{gr}.2878	II 0^{gr}.293	III 0^{gr}.267
Plasmine	0^{gr}.363 se décomposant en :		
Fibrinogène	0^{gr}.241	chiffres trop faibles.	
Paraglobuline	0^{gr}.122		
Substances albuminoïdes	3^{gr}.2004		

CHAPITRE III.

LA TRANSFORMATION DU FIBRINOGÈNE EN FIBRINE.

« Le temps que la plasmine dissoute met à se coaguler
» varie de 3 minutes à un quart d'heure, à une heure et
» plus encore, selon la quantité de sel qu'elle a con-
» servée et la dose de l'eau employée. Si elle retient trop
» de sel et si elle est trop étendue d'eau, la coagulation

» est retardée. » Ainsi s'exprime Denis dans son *Mémoire sur le sang* (page 34. Paris 1859), et j'ai maintes fois pu vérifier l'exactitude de cette assertion; mais il est un point qui semble avoir complétement échappé à l'illustre médecin de Toul, c'est que le temps que met le fibrinogène obtenu par précipitation à se transformer en fibrine, dépend surtout de la façon dont le mélange de sang avec la solution saline s'est effectué. Dans mes premières expériences je ne recevais pas directement le sang dans la solution magnésienne. Les grandes dimensions de mes bocaux s'y opposaient, la saignée se faisant dans l'échaudoir au ras du sol. Je faisais couler le liquide dans un gobelet ou tout autre récipient de petites dimensions dont je déverşais ensuite le contenu dans la solution magnésienne et je répétais cette manœuvre un certain nombre de fois. Il s'écoulait ainsi quelque temps entre le moment où le sang était soustrait à l'organisme et celui où le sulfate de magnésium venait à agir sur lui. Dans ces circonstances, j'obtenais à l'aide du sel marin dans le plasma filtré des précipités de fibrinogène et de paraglobuline qui redissous dans l'eau, se coagulaient avec la plus grande rapidité. Je pouvais répéter la belle expérience de Denis et en démontrer les résultats en quelques minutes. Je fus un jour fort surpris d'obtenir un mélange qui trompa mon attente et ne fut retrouvé coagulé que le lendemain. Je me rappelai ne pas avoir employé mon procédé habituel à l'abattoir. Le jet de sang avait été reçu directement dans le liquide magnésien. Depuis j'ai toujours opéré ainsi. De cette façon, l'on obtient des mélanges où la coagulation se trouve extrêmement retardée et qui se laissent facilement manier dans l'intervalle. La seule explication possible de ce fait, c'est que le sang, dès son issue de l'organisme, subit avant même que la coagulation soit survenue, des changements qui favorisent cette dernière. Le phénomène est précédé de ce que j'appellerai la PÉRIODE LATENTE DE LA COAGULATION.

Cette période latente ne peut dépendre de changements survenus dans le fibrinogène, puisque cette substance existe dans le sang et dans la plasmine avec des propriétés absolument identiques. Il devenait fort probable que la transformation du fibrinogène en fibrine s'opère sous l'influence d'un agent qui prend naissance pendant la période latente de la coagulation. Je songeai immédiatement au ferment de la fibrine de Schmidt. J'en préparai quelques échantillons à l'aide de sang et de sérum de bœuf, de cheval, etc., précipitant chaque fois 50 à 75 centimètres cubes de sérum ou de sang exprimé du caillot, avec un litre d'alcool fort. Je ne commençai à faire usage qu'au bout de quinze jours des premières préparations ainsi obtenues. Celles dont je me sers actuellement (mai 1877) datent du commencement de décembre 1876. Le précipité produit par l'alcool, reçu sur un filtre, desséché d'abord à l'air libre, puis sur l'acide sulfurique, délayé dans un peu d'eau et filtré, me fournit une solution qui ne contient plus que des traces de substances albuminoïdes (globuline) coagulable par la chaleur et précipitable par un courant d'acide carbonique. Cette solution, absolument neutre au papier, servit à faire une série d'expériences qui me convainquirent pleinement de son activité. Elle contient la substance qui manque à mes solutions de plasmine à coagulation tardive.

EXPÉRIENCE : Six petits verres à pied cylindriques sont placés dans une étuve chauffée à + 35°. Les trois premiers contiennent 1, 2, 3 centimètres cubes d'une solution à coagulation tardive additionnés respectivement de 2, 4, 6 gouttes de la préparation de ferment. Les trois derniers contiennent également 1, 2, 3 centimètres cubes de la solution de plasmine, mais au lieu de ferment, j'y ajoute 2, 4, 6 gouttes d'eau distillée.

Au bout de 40 minutes, le liquide est pris en gelée dans les trois premiers verres, les autres n'ont subi aucun changement. Ils sont encore dans le même état au bout de plusieurs heures. Je laisse le tout dans l'étuve jusqu'au lendemain. Je retrouve alors les trois verres coagulés également. Cette expérience a été répétée assez souvent pour ne laisser aucun doute. Comme je l'ai dit, la solution de ferment était exactement neutre. La réaction n'avait d'ailleurs pas changé pendant la coagulation. Je m'en assurai de la façon suivante. Au lieu de délayer la plasmine dans l'eau distillée, j'employai une solution neutre de tournesol bleu virant au vineux et je répétai l'expérience précédente. Six petits verres furent remplis de cette solution bleue. Trois reçurent quelques gouttes de ferment, les autres, le même nombre de gouttes d'eau distillée. Au bout de peu de temps, les premiers furent trouvés coagulés, les autres restèrent liquides pendant plusieurs heures. Mais il fut impossible de constater la moindre différence de teinte entre les verres où la coagulation s'était effectuée et les autres. Il semble donc que les changements dans le degré d'alcalinité du sang qui s'observent au moment de sa coagulation spontanée, soit un phénomène indépendant de la transformation du fibrinogène en fibrine.

J'ai souvent constaté également l'activité de la préparation de ferment sur les liquides pathologiques ne se coagulant pas spontanément ou se coagulant tardivement.

Nous ignorons complétement la nature chimique de la substance que Schmidt appelle ferment de la fibrine (1) (*Fibrinferment*); il n'est même pas prouvé que la coagulation du sang appartienne au groupe des fermentations, quoiqu'elle offre avec ces phénomènes de grands points de ressemblance. Je continuerai provisoirement à me servir du terme de ferment sans pour cela rien vouloir préjuger sur la nature du corps en question.

Quel est le lieu de sa production au moment où le sang quitte l'organisme? il n'est guère probable qu'il se forme au sein même du liquide : j'ai pu observer quelques faits qui me paraissent parler en faveur de l'opinion d'Alexandre Schmidt, d'après laquelle les globules blancs fourniraient le ferment.

Si, à l'exemple de Glénard et de Scudamore, j'extrais la veine jugulaire du cheval et que je la suspende verticalement, le sang ne tarde pas à s'y séparer en plasma et globules. D'après Glénard, il ne s'y coagule pas : sa fluidité est indéfinie et n'a pour limites que la dessiccation de la veine exposée à l'air. Cela est vrai, mais dans une certaine mesure seulement : ainsi un, deux, trois, même cinq et six jours après l'extraction de la veine, j'y ai retrouvé du sang liquide et susceptible encore de se coaguler. Mais fort souvent aussi j'y ai rencontré les témoins d'une coagulation incomplète. Presque constamment, en y regardant avec attention, on trouvera un petit caillot à forme de lentille biconvexe situé transversalement et occupant exactement la limite entre la couche plasmatique et la couche globulaire. Or c'est là que les globules blancs se rassemblent de préférence en vertu de leur poids spécifique légèrement supérieur à celui du plasma, mais inférieur à celui des globules rouges. La zone des leucocytes m'a toujours semblé le point de départ des coagulations qui surviennent spontanément à l'intérieur de la veine isolée. Le caillot en contient alors un nombre prodigieux emprisonnés dans un réseau de fibrine.

---

(1) J'ai constaté que le mélange de fibrinogène, de paraglobuline et de ferment (plasmine de Denis) obtenu par le chlorure de sodium et desséché, peut être chauffé jusque bien au delà de cent degrés sans perdre la propriété de se coaguler spontanément lorsqu'on le redissout dans l'eau. La pepsine sèche supporte également la température d'ébullition de l'eau sans perdre ses propriétés digestives.

Mais si les leucocytes tendent en vertu de leur densité à se déposer à la surface de la couche globulaire, ce phénomène s'effectue avec une lenteur extrême, et même après plusieurs jours, les parties tout à fait supérieures du plasma en contiennent un grand nombre. Aussi ce plasma se coagule-t-il d'ordinaire au sortir de la veine. J'ai cependant noté une expérience extrêmement intéressante dans laquelle une veine ouverte le cinquième jour m'a dans sa partie supérieure fourni un liquide qui ne s'est plus coagulé spontanément; je le tins en observation pendant deux fois 24 heures, puis je le jetai parce qu'il commençait à présenter des signes de putréfaction. Le fibrinogène ne lui faisait cependant pas défaut : une portion additionnée de sérum fut trouvée entièrement coagulée au bout de quelque temps.

Enfin je rappellerai ici que j'ai pu constater, comme Alexandre Schmidt, que la filtration du plasma à une basse température retarde notablement la coagulation du liquide filtré, ce qui s'explique encore par ce fait que fort peu de leucocytes traversent dans ces conditions les pores du papier à filtre.

Les expériences suivantes prouvent que si le sang reste liquide presque indéfiniment dans une veine de cheval extraite du corps, ce n'est pas que la paroi exerce une action prohibitive sur le phénomène, mais bien parce que le ferment n'y préexiste pas.

EXPÉRIENCE : Un long segment vasculaire de cheval gorgé de sang fut vidé en partie par une ponction pratiquée à sa partie inférieure. Une seconde ouverture à l'extrémitée opposée servit à introduire le bec d'un petit entonnoir par lequel je versai environ 10 centimètres cubes de sérum provenant du même cheval. Je liai la veine, puis je la retournai à différentes reprises pour opérer le mélange des liquides à son intérieur. Le sang qui s'était écoulé par la première ponction fut abandonné dans un verre et commença à se coaguler au bout d'une heure. J'attendis encore une heure : le caillot dans le verre était ferme et résistant, la coagulation y semblait terminée. J'ouvris alors la veine et je la trouvai remplie d'un caillot de consistance semblable. Cette expérience ne fut répétée qu'une fois.

Je la variai ensuite de la façon suivante :

EXPÉRIENCE : Une volumineuse veine de cheval fut divisée en trois segments à l'aide de ligatures. J'opérai sur chacun de ces segments à peu près comme pour l'expérience précédente, introduisant une petite quantité d'eau distillée dans la partie moyenne (environ 5 centimètres cubes), et une quantité à peu près égale de solution de ferment dans chacune des portions supérieure et inférieure. Le lendemain, à l'ouverture des segments supérieur et inférieur, je trouvai deux caillots volumineux et résistants, occupant toute la capacité du vaisseau. La partie moyenne qui correspondait justement à la limite de séparation entre le plasma et le cruor ne contenait que le petit caillot lenticulaire dont il a été question précédemment.

Expérience : Je prépare une assez grande quantité (au moins un demi-litre) d'une dissolution de fibrinogène, de paraglobuline et de ferment (plasmine à coagulation rapide). Je laisse complétement écouler par ponction le contenu de deux veines de cheval. Je les lave à plusieurs reprises en y faisant passer un courant du liquide plasmique, je les remplis ensuite de la même solution et j'appose des ligatures. Une partie du liquide abandonnée dans un verre à expérience se prend au bout de 15 minutes en un caillot hyalin. Trois quarts d'heure plus tard, les deux veines sont ouvertes : le liquide s'y trouve complétement coagulé.

L'absence de coagulation dans les veines extraites du corps ne me paraît donc pas dépendre d'une action que la paroi exercerait sur le contenu, mais bien à l'absence de l'un des éléments du phénomène, le ferment. La coagulation a été complète chaque fois que j'y ai introduit soit du sérum (paraglobuline et ferment), soit une solution de ferment, soit une préparation de plasmine (fibrinogène, paraglobuline et ferment).

Dans l'organisme vivant, les choses se passent un peu différemment. On peut impunément injecter à un animal du sang défibriné qui pourtant contient des quantités considérables de ferment et de paraglobuline. L'opération de la transfusion en est un exemple. Il semble qu'il y ait ici des dispositions spéciales, ayant pour résultat de détruire le ferment ou d'annihiler son action quand on l'introduit du dehors dans le système circulatoire (1).

Il me reste pour le moment à rechercher quel est le *pri-*

---

(1) Peut-être la coagulation n'est-elle nullement empêchée, les caillots formés étant redissous plus tard.

mum movens de la coagulation, l'influence extérieure qui provoque la formation du ferment de la fibrine. D'après ce qui a été dit dans l'introduction, nous aurons surtout à prendre en considération l'influence des corps étrangers. Glénard (1) a récemment mis cette influence en relief par des expériences fort démonstratives sur des veines de cheval extraites du corps. Il y a vu survenir la coagulation chaque fois qu'il y introduisait un corps étranger : aiguille d'or ou d'acier.

Voici une expérience calquée sur celle de Glénard et destinée en outre à empêcher l'entrée simultanée de germes de l'atmosphère à la surface du corps étranger que j'emploie.

Expérience : Une énorme veine de cheval est divisée en cinq segments à l'aide de quatre ligatures. Dans trois de ces segments, j'introduis avec précaution à travers la paroi, de minces stylets de verre bien aigus que je viens de fabriquer en étirant une baguette de verre dans la flamme d'un brûleur de Bunsen. Les deux segments restants qui alternent avec les autres, serviront de témoins. Au bout de douze heures (le lendemain matin) j'ouvre successivement les cinq segments. Chaque stylet de verre est enveloppé complétement d'un caillot fibrineux, mais la coagulation ne s'est pas étendue à tout l'intérieur du segment veineux. A côté de chaque caillot se trouve une portion restée liquide : ce n'est pas du sérum, il se coagule spontanément après son extraction. Le liquide des segments témoins n'offre pas de traces de fibrine et se coagule quelque temps après son extraction. Cette expérience fut répétée plusieurs fois avec des résultats semblables. D'autres expériences sur des lapins vivants conduisirent aux mêmes conclusions.

---

(1) *Glénard.* Loc. cit.

Expérience. 12 novembre 1876, midi moins quinze. Lapin de 1720 grammes fixé sur le support de Czermak. Je dénude la veine jugulaire externe droite et j'y insinue avec précaution un petit stylet de verre très-aigu, sans faire de ligature et sans répandre une goutte de sang. Je laisse l'animal fixé sur la table d'opération jusqu'à 1 h. 20, mais je le place près du poêle pour empêcher qu'il ne se refroidisse. A 1 h. 20 double ligature de la veine en deçà et au delà du stylet et résection du segment compris entre les ligatures. J'ouvre la veine sous l'eau dans une cuvette à dissection, et je la trouve remplie d'un caillot résistant dont le stylet occupe le centre.

Expérience. 17 novembre 1876. Lapin de 2850 grammes. J'incise l'abdomen sur la ligne blanche, je déjette le paquet intestinal et j'isole la veine cave inférieure en amont de la veine rénale. Un segment de la veine cave est compris entre deux serre-fines, j'y pratique une boutonnière par laquelle j'introduis un bout de tendon vivant emprunté aux muscles de la jambe du même lapin. Je referme la boutonnière à l'aide d'une petite pince à pression et je lève les deux serre-fines pour rétablir la circulation. Au bout de 20 minutes, je resèque la veine et je l'ouvre avec les mêmes précautions que dans l'expérience précédente, je trouve un caillot à la surface du tendon.

Chez un autre lapin j'observai un caillot à la surface d'une esquille osseuse vivante, enlevée aux os de la patte et introduite pareillement dans la veine cave inférieure.

Ainsi les corps étrangers solides, morts ou vivants introduits dans le sang qui circule ou dans celui qui est contenu à l'intérieur d'une veine isolée agissent comme centres de coagulation.

En terminant, je relaterai quelques expériences qui prouvent surabondamment que le sang ne se coagule pas parce qu'il s'en échappe un principe volatil ou parce qu'il subit le contact de l'un des gaz de l'atmosphère.

Expérience : Un segment veineux de cheval, gorgé de plasma, est placé pendant six heures sous l'huile d'olives, puis ouvert sans être retiré du liquide : il laisse échapper un plasma qui se coagule sous l'huile en moins de 20 minutes.

Dans une expérience calquée sur la précédente, la coagulation s'effectua sous le mercure.

Je poursuis actuellement ces recherches au laboratoire de physiologie de M. le professeur Boddaert. Je le prie de recevoir ici l'expression de ma profonde gratitude pour la bienveillance qu'il n'a cessé de me témoigner.

J'ai également de vifs remercîments à adresser à M. le médecin vétérinaire Remy, directeur de l'abattoir de Gand, qui a bien voulu m'assister dans plusieurs de mes expériences.

RÉSUMÉ.

Les principaux résultats acquis par ce travail sont les suivants :

Le sang renfermé à l'intérieur du système circulatoire contient dans le plasma, au moins trois substances albuminoïdes :

1° Le *fibrinogène* se coagulant par la chaleur à + 56°;

2° La *paraglobuline* id. id. à + 75°;

3° L'*albumine* du sérum dont la coagulation commence à + 65°.

La substance qui se coagule à + 56° (fibrinogène) disparaît complétement par le fait de la coagulation spontanée du sang. Le sang et le plasma privés de cette substance ne sont plus capables de donner de la fibrine. La quantité de fibrine produite est inférieure à celle du fibrinogène employé.

Le fibrinogène peut être chauffé jusque tout près de son point de coagulation sans perdre la propriété de donner de la fibrine. A l'inverse de l'albumine, la coagulation par la chaleur du fibrinogène s'effectue brusquement et complétement dans l'espace de quelques dixièmes de degré. De + 56°, ce point de coagulation peut être successivement abaissé jusqu'à + 28°.

La plasmine de Denis est le plus souvent un mélange de fibrinogène, de paraglobuline et du ferment de Schmidt.

La coagulation spontanée du sang est précédée d'une PÉRIODE LATENTE, pendant laquelle se produit la substance qui préside à la transformation du fibrinogène. Cette substance dérive probablement des globules blancs. Le point de départ de sa formation, c'est le contact avec des corps étrangers, morts ou vivants.

La fluidité persistante du sang à l'intérieur d'un segment veineux isolé doit être attribuée à l'absence de cette substance. La paroi d'une veine isolée n'a pas d'action anticoagulatrice ; quand les éléments de la coagulation sont réunis, le contact de cette paroi n'empêche nullement celle-ci de s'effectuer.

P. S. Le point de coagulation du fibrinogène se trouve indiqué dans un travail de Hammarsten intitulé : « Undersökingar af de s. k. fibringeneratorerna, » etc., qui a paru en 1876 dans les « Upsala Läkareförenings Förhandligar. » Je n'en ai eu connaissance que pendant l'impression de ce travail, ce qui s'explique par ce fait que le même auteur ayant publié plusieurs mémoires en langue allemande sur la coagulation, je pouvais me croire dispensé de me procurer le mémoire suédois. C'est à l'obligeance de M. le professeur Hammarsten que j'en dois un exemplaire ainsi qu'un résumé du contenu.

Sur un effet singulier du courant électrique; par M. H. Valerius, correspondant de l'Académie.

Ayant eu dernièrement, dans mon cours, à répéter l'expérience des empreintes électriques, j'avais, à cet effet, disposé entre deux lames de verre de forme carrée, d'environ 6 centimètres de côté et de 6 millimètres d'épaisseur, une feuille d'or, un portrait de Franklin découpé à jour dans une feuille de papier et une feuille de papier destinée à recevoir les empreintes. Le tout ayant été assujetti dans une petite presse en bois, placée sur la table d'un excitateur universel, j'avais fait passer à travers la feuille d'or la décharge d'une batterie électrique composée de quatre grandes bouteilles de Leyde. Après le passage de cette décharge, j'ai constaté que l'expérience avait parfaitement réussi, mais que l'une des deux lames de verre, à savoir celle sur laquelle la feuille d'or avait été appliquée, s'était brisée dans toute sa longueur, suivant la direction du mouvement des fluides électriques. La cassure était à peu près rectiligne, à surface inégale et traversée par des stries saillantes, parallèles aux faces de la lame.

J'avais d'abord pensé que cet effet était dû tout simplement à une action mécanique de la presse. Pour m'en assurer, j'ai placé l'un des deux morceaux de la lame, à faux, entre les deux tables de la presse, et je l'ai cassé en serrant les vis de celle-ci. Le verre s'est brisé en plusieurs fragments, mais les cassures obtenues étaient unies et d'un aspect complétement différent de celui de la cassure précédente.

Le phénomène observé ne saurait donc être attribué à une simple action mécanique. Il n'est pas dû, non plus, au passage de l'électricité à travers la lame, car les morceaux dans lesquels celle-ci a été divisée ne polarisent pas la lumière. D'ailleurs, la dimension de la lame, parallèlement à la direction de la décharge, était trop grande pour permettre le passage du fluide électrique.

Il ne reste donc, me semble-t-il, qu'un moyen d'expliquer le phénomène dont il s'agit : c'est d'admettre que lorsque le courant électrique passe entre deux lames de verre, dans les conditions indiquées ci-dessus, il détermine non-seulement de fortes pressions dans tous les sens, mais encore des mouvements moléculaires, probablement de nature vibratoire, et que c'est sous l'action combinée de ces deux causes que la lame de verre s'est brisée. Ce qui semble militer en faveur de cette explication c'est que la lame brisée a été précisément celle qui, par son contact avec la feuille d'or, a dû éprouver les mouvements moléculaires les plus étendus.

Quoi qu'il en soit, il est rare que dans l'expérience des empreintes électriques une lame de verre soit brisée.

En effet, la lame sur laquelle j'ai observé ce phénomène avait déjà servi plus de dix fois à cette expérience sans être endommagée.

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 2 juillet 1877.

M. Alph. Wauters, directeur.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Ém. de Laveleye, vice-directeur ; J. Roulez, Gachard, P. De Decker, M.-N.-J. Leclercq, le baron J. de Witte, Ch. Faider, R. Chalon, Th. Juste, le baron Guillaume, G. Nypels, Alp. Le Roy, Ém. de Borchgrave, J. Heremans, *membres ;* Aug. Scheler, Alph. Rivier, E. Arntz, *associés ;* Edm. Poullet, Ferd. Loise, Stan. Bormans, Ch. Piot, Ch. Potvin, J. Stecher, Eug. Van Bemmel, *correspondants.*

M. Alvin, *président de l'Académie*, et M. Éd. Mailly, *membre de la classe des sciences,* assistent à la séance.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur adresse, pour la bibliothèque de l'Académie, un exemplaire de l'ouvrage de M. Gustave Van Hoorebeke, docteur en droit intitulé : *Études sur l'origine des noms patronymiques flamands*, vol. in-8°.

M. F. Loise fait hommage d'un exemplaire de sa conférence intitulée : *De la formation des nationalités modernes*, donnée au Cercle artistique d'Anvers le 28 décembre 1874; broch. in-8°.

M. Stanislas Bormans offre, de la part de l'auteur, M. E. Richardson, le 1er volume de son livre intitulé : *Geschichte der Familie Merode*, publié à Prague en 1877 ; in-8°.

Des remercîments sont votés pour ces dons.

— L'Académie des lettres, sciences, arts et agriculture de Metz envoie son programme des concours ouverts pendant l'année 1877-1878.

— Le *Verein für Geschichte* de Kiel envoie ses dernières publications.

PROGRAMME DE CONCOURS POUR 1879.

La classe fait choix des questions suivantes pour le concours de 1879. Le délai pour la remise des mémoires expirera le 1er février de la dite année :

PREMIÈRE QUESTION.

Les encyclopédistes français essayèrent, dans la seconde moitié du XVIIIe *siècle, de faire de la principauté de Liége le foyer principal de leur propagande.*

Faire connaître les moyens qu'ils employèrent et les résultats de leurs tentatives, au point de vue de l'influence qu'ils exercèrent sur la presse périodique et sur le mouvement littéraire en général.

Les concurrents trouveront d'utiles documents sur ce sujet dans la Bibliothèque d'Ulysse Capitaine, léguée à la ville de Liége.

DEUXIÈME QUESTION.

Écrire l'histoire de Jacqueline de Bavière, comtesse de Hainaut, de Hollande et de Zélande, et dame de Frise.

Dans leur travail, les concurrents doivent s'attacher, d'une manière toute particulière, aux événements principaux de la vie et du règne de cette princesse; ils utiliseront, sans les suivre servilement, les travaux qui ont été publiés, pour cette époque, tant à l'étranger qu'en Belgique.

TROISIÈME QUESTION.

Faire l'histoire des finances publiques de la Belgique, depuis 1830, en appréciant, dans leurs principes et dans leurs résultats, les diverses parties de la législation et les principales mesures administratives qui s'y rapportent.

Le travail s'étendra d'une manière sommaire aux finances des provinces et des communes.

QUATRIÈME QUESTION.

Faire connaître l'influence de la poésie néerlandaise (flamande et hollandaise) *sur la poésie allemande*, *et réciproquement*, *de la poésie allemande sur la poésie néerlandaise au moyen âge.*

CINQUIÈME QUESTION.

Faire l'histoire de l'échevinage dans les anciennes provinces belgiques et la principauté de Liége. Rappeler à grands traits, ses origines, ses caractères, son organisa-

tion, son influence et ses transformations jusqu'à la chute de l'ancien régime.

Le prix de la première, de la deuxième et de la quatrième question sera une médaille d'or de la valeur de *six cents francs;* ce prix est porté à *mille francs* pour la troisième et pour la cinquième question.

Les mémoires devront être écrits lisiblement, et pourront être rédigés en français, en flamand ou en latin. Ils devront être adressés, francs de port, au palais des Académies, à M. J. Liagre, secrétaire perpétuel.

L'Académie exige la plus grande exactitude dans les citations ; les auteurs auront soin , par conséquent, d'indiquer les éditions et les pages des ouvrages cités. On n'admettra que des planches manuscrites.

Les auteurs ne mettront point leur nom à leur ouvrage: ils y inscriront seulement une devise, qu'ils reproduiront dans un billet cacheté renfermant leur nom et leur adresse. Faute par eux de satisfaire à cette formalité, le prix ne pourra leur être accordé. Les mémoires remis après le temps prescrit, ou ceux dont les auteurs se feront connaître, de quelque manière que ce soit seront exclus du concours.

L'Académie croit devoir rappeler aux concurrents que tous les mémoires soumis à son jugement sont et restent déposés dans ses archives. Toutefois, les auteurs peuvent en faire prendre des copies à leurs frais, en s'adressant, à cet effet, au secrétaire perpétuel.

PRIX TEIRLINCK POUR UNE QUESTION DE LITTÉRATURE FLAMANDE.

Feu M. Auguste Teirlinck, greffier de la justice de paix du canton de Cruyshautem (Flandre orientale), domicilié à Elseghem et décédé en cette commune le 7 avril 1873, avait inscrit la disposition suivante dans son testament:

« Vijf duizend franks te betalen tot het stichten van eenen vlaamschen prijs bij de Akademie van kunsten en letteren te Brussel. »

Ce legs a été accepté, au nom de l'Académie, par arrêté royal du 12 mars 1875.

La classe, interprétant les intentions du donateur, a décidé que cette fondation avait un caractère de perpétuité, qu'en conséquence le capital de 5,000 francs devait être placé de façon à former tous les cinq ans un prix de MILLE FRANCS.

Conformément à la volonté du donateur et à ses généreuses dispositions, la classe a mis au concours pour la première période (1877-1882), la question suivante :

Faire l'histoire de la prose néerlandaise avant Marnix de Sainte-Aldegonde.

Le terme fatal pour la remise des manuscrits, qui peuvent être rédigés *en français, en flamand* ou *en latin,* expirera le 1er février 1882.

Les concurrents se conformeront aux règles habituelles des concours de la classe.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 5 juillet 1877.

M. Alvin, directeur, président de l'Académie.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. J. Portaels, vice-directeur; N. De Keyser, Guil. Geefs, Jos. Geefs, C.-A. Fraikin, Éd. Fétis, Edm. De Busscher, Alph. Balat, le chevalier L. de Burbure, J. Franck, Gust. De Man, Ad. Siret, Julien Leclercq, Ern. Slingeneyer, Alex. Robert, F.-A. Gevaert, Ad. Samuel, Ad. Pauli, *membres;* Ed. de Biefve et Alexandre Pinchart, *correspondants.*

MM. Éd. Mailly et Montigny, *membres de la classe des sciences*, et M. R. Chalon, *membre de la classe des lettres*, assistent à la séance.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur informe la classe : 1° « que le jury chargé de juger le concours institué pour la composition d'un poëme français et d'un poëme flamand destinés à être mis en musique au concours de composition musicale de cette année, a couronné l'œuvre française intitulée : *Samson et Dalila*, ayant pour auteur M. Clément Michaels, littérateur à Schaerbeek, et l'œuvre flamande intitulée : *De Klokke Roeland*, ayant pour auteur M. Jules Sabbe, professeur à l'athénée royal de Bruges; 2° « que M. Meynne, compositeur de musique à Bruxelles, a été nommé membre du jury du grand concours de composition musicale de 1877, en remplacement de M. Joseph Dupont, qui a renoncé à remplir ces fonctions pour des motifs de santé. »

— La Commission centrale organisatrice du congrès artistique d'Anvers remercie la classe d'avoir bien voulu désigner M. Alvin pour représenter l'Académie auprès du congrès.

— M. le secrétaire perpétuel présente, à titre d'hommage de la part du rajah Sourindo Mohun Tagore, président de l'école de musique, à Calcutta, et récemment élu associé de la classe, trois nouveaux ouvrages de sa composition : 1° *Victoria Samrajyan,* or Sanskrit Stanzas (with a translation) on the various dependencies of the British Crown, in-8°; 2° *Bhugola-O-Itihasa* ghatita brittanta. Part 1. Europe. Second edition. In-12; 3° *Muktabali Natika,* a bengali drama, written by the author at the age of sixteen (original). In-12, en bengali.

Des remercîments sont votés pour ce don.

ÉLECTIONS.

La classe désigne M. Ad. Pauli pour remplacer M. Auguste Payen comme membre de la Commission chargée de tout ce qui concerne les grands concours artistiques du Gouvernement.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

MM. Alvin et De Keyser donnent des explications sur le tableau de Rubens qui vient d'être légué par testament au Musée d'Anvers. D'après le dessin de cette œuvre, que possède le Louvre et dont M. Armand Baschet a donné une reproduction, il y a une dizaine d'années, dans la *Gazette des beaux-arts*, de Paris, c'est un des trois tableaux peints pour l'église de Mantoue, pendant le séjour de Rubens dans cette ville.

— M. Alvin a donné ensuite quelques détails sur les gravures que l'on se propose d'exposer à Anvers à l'occasion du troisième centenaire de la naissance de Rubens.

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Cornet (*F.-L.*). — Sur un gisement de combustible dans les Alpes transylvaniennes. Liége, 1877; br. in-8°.

Loise (*F.*). — De la formation des nationalités modernes. Conférence. Anvers, 1876; br. in-8°.

Goffinet (*le P. Hipp.*). — Cartulaire de Clairefontaine. Arlon, 1877; vol. in-8°.

Le Paige (*C*). — Notes d'analyse. — Remarques sur la théorie des fractions continues périodiques. — Note sur la multiplication des déterminants. — Note sur une équation aux différences finies. Bruxelles, 1877; 4 extraits in-8°.

Félix (Jules). — Considérations sur l'attelage du cheval et du chien. — Des embaumements et de la conservation des cadavres. Bruxelles, 1877, 1876; br. in-8° et br. in-12.

Ministère de l'Intérieur. — Cinq rapports des jurés et délégués belges à l'Exposition internationale de Philadelphie en 1876 : 1° sur la pharmacie, par Jonas; 2° sur les armements militaires et ustensiles de chasse, par Lesne; 3° sur l'industrie et le commerce des verres à vitre, par Aug. Gobert et P. Marlin; 4° sur les cuirs, peaux, etc., par Marlin; 5° sur l'amidon et les produits similaires, par le même. Bruxelles, 1877; 5 br. in-8°.

Commission internationale de l'association africaine. — Session de 1877; Bruxelles; br. in-4°.

Cercle archéologique du pays de Waes. — Annales; tome VI, 4e livraison, juin 1877. Saint-Nicolas; broch. in-4°.

Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. — Annales, tome I, description des ossements fossiles des environs d'Anvers, 1re part. Pinnipèdes ou Amphithériens. Bruxelles, 1877; vol. in-4°.

ALLEMAGNE, AUTRICHE-HONGRIE.

Société mathématique à Prague. — Archiv Mathematiky a Fysiky, tome I, nos 1-4. — Casopis, tomes III, IV et V. Prague, 1876; in-8°.

Entomologischer Verein zu Stettin. — Entomologische Zeitung, 36e et 37e années. Stettin, 1875-1876; 2 vol. in-8°.

Société d'histoire naturelle de Colmar. — Bulletin, 16e et 17e années, 1875-1876. Colmar, 1877; vol. in-8°.

K. Sternwarte bei München. — Annalen, tome XXI. Meteorologische und magnetische Beobachtungen, 1876. Munich; in-8°.

Oberlausitzische Gesellschaft der Wissenschaften zu Gorlitz. — Neues Magazin, LIII. Bd. 1. Heft. Gorlitz, 1877; br. in-8°.

Naturhistorisches Landes-Museum von Kärnten. — Jahrbuch, XII. Heft. Klagenfurt, 1876; vol. in-8°.

Naturforschende Gesellschaft in Danzig. — Schriften, tome IV, 1re livraison. Dantzig, 1876; in-8°.

Gesellschaft der Wissenschaften in Prag. — Sitzungsberichte, 1875, 1876. — Jahresbericht, 1876. — Abhandlungen, 6e série, tome VIII. Prague; 3 broch. in-8° et 1 vol. in-4°.

Sternwarte zu Prag. — Astronomische Beobachtungen im Jahre 1876; broch. in-4°.

Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark. — Mittheilungen, 1876. Gratz; br. in-8°.

Kon. preuss. geodätisches Institut. — Verhandlungen der in Brüssel (1876) vereinigten permanenten Commission der Europaeischen Gradmessung. Berlin, 1877; in-4°.

Université de Leipzig. — Vingt-cinq thèses in-8° et dix-huit in-4° des années 1875-1877.

Physik.-medicin. Gesellschaft in Würzburg. — Verhandlungen, neue Folge, XI. Bd. 1. u. 2. Heft. Wurzbourg, 1877; br. in-8°.

Richardson (E.). — Geschichte der Familie Merode, tome I, Prague, 1877; vol. in-8°.

AMÉRIQUE.

Musée public de Buenos-Ayres — Description physique de la République Argentine, tomes I et II. Paris, 1876; 2 vol. in-8°. — Acta de la Academia nacional de ciencias exactas, tome I. Buenos-Ayres, 1875; in-4°. — Los caballos fosiles de la Pampa Argentina por Dr Burmeister. Buenos-Ayres, 1875; cah. in-folio.

Instituto historico do Brasil. — Revista trimensal, tome XXXVIII, 4e trimestre; tome XXXIX, 1er trimestre. Rio-de-Janeiro, 1875, 1876; 2 vol. in-8°.

Republica Mexicana. — Anales del ministerio de Fomento tome I, mars. Mexico, 1877; vol. in-8°.

U. S. entomological commission. — Bulletin, nos 1 et 2. Washington, 1877; 2 broch. in-8°.

Smith (Lawrence). — Examination of american minerals, n° 6; broch. in-8°.

France.

Barral (J.-A.). — Discours sur les irrigations du département de Vaucluse. Paris; extrait in-8°.

Castan (Auguste). — Note sur J.-B. Bésard de Besançon, célèbre luthiste. Besançon; extr. in-8°.

Quel serait le véritable nom de la place Labourey à Besançon? Extrait in-8°.

Les évêques auxiliaires du siége métropolitain de Besançon. Besançon, 1877; broch. in-8°.

Lejeune (Th.). — Les édifices religieux de Lobbes. Arras, 1877; br. in-8°.

Delesse et *De Lapparent.* — Extraits de géologie pour les années 1875 et 1876, tome X, volume in-8°.

Breton (P.). — Notice sur les débats de priorité auxquels a donné lieu l'ouvrage de M. Chasles sur les porismes d'Euclide. — Partie complémentaire de l'ouvrage précédent. Paris, 1866, 1872; 2 br. in-8°.

Delesse. — Sur les gisements de chaux phosphatée de l'Estramadure. Paris, 1877; extrait in-8°.

Lenormant (François). — Les dieux de Babylone et de l'Assyrie. Paris, 1877; br. in-8°.

Delisle (Léopold). — Inventaire général et méthodique des manuscrits français de la Bibliothèque nationale, t. I. Théologie. Paris, 1876; vol. in-8°.

Ministère de l'Instruction publique. — Négociations diplomatiques de la France avec la Toscane, documents recueillis par Giuseppe Canestrini et publiés par Abel Desjardins, tome V. — Recueil des lettres missives de Henri IV, tome IX (1567-1610), supplément, publié par Guadet. — Recueil des chartes de l'abbaye de Cluny, formé par Aug. Bernard; complété, revisé et publié par Alexandre Bruel, tome I (802-954). — Recueil de diplômes militaires, publié par Léon Remi, 1^{re} livraison. Paris, 1875-1876; 4 vol. in-4°. — Archives des missions scientifiques et littéraires, 3^e série, tome III, 2^e livr. Paris, 1876; vol. in-8°.

Société d'agriculture, des sciences et arts de Douai. — Souvenirs de la Flandre wallonne, recherches historiques et documents relatifs à Douai et aux anciennes provinces; t. XVI. Douai, 1876; br. in-8°.

Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux. — Mémoires, 2^e série, tome II. Bordeaux, 1877; broch. in-8°.

Société d'émulation du Doubs. — Mémoires, 4^e série, tomes VIII et IX. Besançon, 1874 et 1875; 2 vol. in-8°.

Société linnéenne de Bordeaux. — Actes, 4^e série, tome I, Bordeaux, 1877; broch. in-8°.

Société nationale des sciences naturelles de Cherbourg. — Mémoires, tome XIX. Paris, Cherbourg, 1875; vol. in-8°. — Compte rendu de la séance du 30 décembre 1876. Cherbourg 1877; broch. in-8°.

Société archéologique et historique du Limousin. — Tables générales des Bulletins, tomes I-XXII (1845-1873). — Bulletin, tome XXII, 1^{re} livraison. Limoges, 1875-1876; 2 br. in-8°.

Revue des questions historiques, 43^e livraison, juillet 1877. Paris; vol. in-8°.

Société des antiquaires de Picardie. — Mémoires, 3^e série, tome V. Amiens, 1876; vol. in-8°.

Congrès archéologique de France, XLII^e session tenue à Châlons-sur-Marne. Paris, 1876; vol. in-8°.

Société des antiquaires de la Morinie. — Bulletin, livraisons 97 et 99. Saint-Omer, 1876; 2. br. in-8°.

Société archéologique, historique et scientifique de Soissons. — Bulletin, 2e série, tome V. Soissons, 1875; vol. in-8°.

Société des études historiques. — L'Investigateur, novembre-décembre de 1876, janvier-avril de 1877. Paris; in-8°.

Académie des sciences et lettres de Montpellier. — Mémoires: section des lettres, tome VI, 1er fasc., section des sciences, tome VIII, 3e et 4e fascicules. Montpellier, 1876; in-4°.

Journal de l'agriculture, tomes I et II de 1877. Paris; 2 vol. in-8°.

Société des sciences de Lille. — Mémoires, 1874. Paris, Lille; vol. in-4°.

Société linnéenne du nord de la France. — Bulletin, avril-juin de 1877. Amiens; in-8°.

Grande-Bretagne-Irlande et Colonies.

Sourindro Mohun Tagore (le Rajah). — Victoria Samrajyan, or sanskrit stanzas. — Muktabali Natika : a bengali drama, written by the author at the age of sixteen. — Bhugola-Oitihasa, part. I. Europe. Calcutta, 1876-1877; 1 vol. in-8° et 2 br. in-12.

Pharaoh's daughter, drama, 1re et 2e éditions. Londres, 1868, 1874; 2 vol. in-12.

Royal irish Academy. — Proceedings, 2e série, tome I, n° 11; tome II, nos 4-6. — Transactions, sciences, tome XXV, n° 20; tome XXVI, nos 1-5. Dublin, 1874-1876; 4 br. in-8° et 6 in-4°.

Philosophical Society. — Proceedings, tome X, n° 2, 1876-1877. Glasgow; vol. in-8°.

115

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

1877. — N° 8.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 4 août 1877.

M. J.-C. Houzeau, vice-directeur, occupe le fauteuil.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents: MM. L. de Koninck, P.-J. Van Beneden, Ed. de Selys Longchamps, H. Nyst, Gluge, Melsens, F. Duprez, Ern. Quetelet, Ern. Candèze, F. Donny, Ch. Montigny, Éd. Morren, C. Malaise, F. Folie, Alb. Briart, F. Plateau et F. Crépin, *membres;* E. Catalan *associé;* G. Van der Mensbrugghe, Alf. Gilkinet et M. Mourlon, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur transmet une expédition de l'arrêté royal, en date du 19 juillet dernier, qui décerne à M. Édouard Van Beneden le prix quinquennal des sciences naturelles pour la période de 1872-1876.

Les cinquante exemplaires du rapport du jury, joints à la lettre du Ministre, ont été distribués aux membres de la classe.

— Le même haut fonctionnaire adresse les six premiers rapports des jurés et délégués belges à l'Exposition internationale de Philadelphie en 1876. — Remercîments et dépôt à la bibliothèque.

— L'Université de l'État de Iowa, à Iowa City (E. U.), accuse réception du dernier envoi annuel des publications.

— M. Liagre fait hommage, au nom de M. J. Graindorge, professeur à l'Université de Liége, d'un exemplaire des *Éléments d'algèbre*, à l'usage des établissements d'enseignement moyen du second degré, ouvrage publié en collaboration avec M. le professeur Falisse.

M. Crépin fait hommage, au nom des auteurs, des deux ouvrages suivants :

1° *Klimatischer Charakter der Pflanzengeographischen Regionen Hochasiens*, von H. von Schlagintweit, in-4°;

2° *Diagnoses de cucurbitacées nouvelles, 2^e^ fascicule*, par M. Alfred Cogniaux, in-8°.

M. Warlomont fait hommage d'un ouvrage intitulé : *Manifestation en l'honneur de M. le professeur P.-J. Van Beneden. — Louvain,* 18 *juin* 1877. Compte rendu publié au nom de la Commission organisatrice. Gand; in-8°.

Des remercîments sont votés pour ces dons.

— La classe renvoie à l'examen de MM. Folie et Catalan une note manuscrite de M. C. Le Paige, intitulée : *Sur quelques points de géométrie supérieure.*

RÉSULTATS DU CONCOURS POUR 1877.

La classe a reçu les mémoires manuscrits suivants en réponse aux questions du programme de concours pour l'année actuelle dont le terme fatal pour la remise des manuscrits expirait le 1er août :

1. Un mémoire portant pour devise :

> Aliud ex alio reficit natura, nec ullam
> Rem gigni patitur nisi morte adjuta aliena.
>
> Lucrèce (De Natura rerum).

En réponse à la troisième question :

On demande de nouvelles recherches pour établir la composition et les rapports mutuels des substances albuminoïdes.

Commissaires : MM. Melsens, Donny et Stas.

2. Un mémoire portant pour devise :

> Trop souvent l'esprit, avide de généralisation ou enclin à former des associations, oublie les faits qui le gênent sans s'apercevoir qu'en les oubliant il ne les détruit pas et qu'ils subsistent pour le convaincre tôt

ou tard d'erreur. Il n'y a pour moi qu'un moyen d'échapper à ce péril : c'est d'épuiser patiemment l'étude des faits avant de généraliser et de former des associations sous l'influence d'idées théoriques.

J. Decaisne.

En réponse à la sixième question :

On demande l'étude du cycle d'évolution d'un groupe de la classe des algues.

Commissaires : MM. Morren, Crépin et Gilkinet.

RAPPORTS.

Note sur une équation de Jacobi; par M. Mansion.

Rapport de M. Catalan.

I.

Tous les Géomètres connaissent l'équation

$$(Ax + By + C)(xdy - ydx) - (A'x + B'y + C')\,dy + (A''x + B''y + C'')\,dx = 0, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

traitée par Jacobi, dans le tome XXIV du *Journal de Crelle.* L'illustre auteur forme l'intégrale générale de la proposée, au moyen des racines de l'équation *caractéristique*

$$\begin{vmatrix} A'-s, & A'', & A, \\ B', & B''-s, & B, \\ C', & C'', & C-s, \end{vmatrix} = 0, \quad . \quad . \quad (2)\,(*)$$

(*) Cette équation est celle que l'on rencontre dans la discussion des surfaces du second degré, et dans d'autres questions.

ces racines étant supposées *inégales*. MM. Moigno et Serret, qui ont reproduit la méthode imaginée par Jacobi, n'examinent guère, plus que lui, les cas où l'équation (2) aurait des racines égales. En outre, comme Jacobi lui-même, ils admettent qu'un certain déterminant R est différent de zéro (*). Dans le Mémoire présenté à la Classe, M. Mansion a simplifié le procédé de Jacobi, et il discute, avec sagacité, les cas d'exception laissés de côté par le Géomètre allemand.

II.

Ce qui frappe tout d'abord, dans l'équation (1), c'est le *défaut de symétrie : a priori*, on ne comprend pas comment l'illustre auteur a pu y être conduit, ni comment il a trouvé les transformations, très-peu naturelles, qui lui ont permis d'en former l'intégrale (**).

Quant au premier point, M. Mansion a été heureusement inspiré : il introduit, dans le calcul, outre les variables x, y, une variable *fictive* z, égale à 1 ; ce qui lui permet d'écrire ainsi l'équation proposée :

$$\begin{aligned}(\mathrm{A}x + \mathrm{B}y + \mathrm{C}z)(xdy - ydx) + (\mathrm{A}'x + \mathrm{B}'y + \mathrm{C}'z)(ydz - zdy)\\ + (\mathrm{A}''x + \mathrm{B}''y + \mathrm{C}''z)(zdx - zdx) = 0; \quad (3) \ (^{***})\end{aligned}$$

puis, suivant à peu près la marche indiquée par Jacobi,

(*) Écrivant ce Rapport à Paris, je suis obligé de m'en rapporter aux indications et aux affirmations de l'auteur du Mémoire.

(**) Encore une fois, n'ayant pas sous les yeux le Mémoire de Jacobi, je n'écris ceci que sous toutes réserves.

(***) L'honorable auteur emploie d'autres notations ; mais, pour plus de clarté, nous continuons à nous servir des précédentes.

il retrouve (*), au moyen de la théorie des déterminants, l'intégrale connue :

$$+ (S_2 - S_3)\,\mathrm{l}u_1 + (S_3 - S_1)\,\mathrm{l}u_2 + (S_1 - S_2)\,\mathrm{l}u_3 = const\,; \qquad (4)$$

dans laquelle S_1, S_2, S_3 sont les racines de l'équation (2), supposées *inégales.*

III.

Les équations entre x, y, z et u_1, u_2, u_3, sont :

$$\alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1 z = u_1,\ \alpha_2 x + \beta_2 y\, \gamma_2 z = u_2,$$
$$\alpha_3 x + \beta_3 y + \gamma_3 z = u_3\,; \ . \ . \ . \ . \ . \qquad (5)$$

α_1, β_1,... étant des quantités qui dépendent des données du problème. Ces équations deviendraient incompatibles ou indéterminées si

$$R = \begin{vmatrix} \alpha_1, & \beta_1, & \gamma_1, \\ \alpha_2, & \beta_2, & \gamma_2, \\ \alpha_3, & \beta_3, & \gamma_3; \end{vmatrix}$$

était nul.

M. Mansion prouve que R *est différent de zéro, si les racines* S_1, S_2, S_3, *sont inégales.* La démonstration employée par le jeune professeur me paraît exacte; mais, outre l'inconvénient de la longueur, elle a celui d'être peu naturelle; en effet, elle consiste en une *réduction à l'absurde* (**).

(*) Dans l'*historique* du problème, M. Mansion dit, expressément : « Notre premier numéro est donc une reproduction du travail de Jacobi, sous une forme plus élégante. »

(**) Encore un mot sur ce sujet.

Pour le succès de son analyse, M. Mansion multiplie, par R, les deux membres de l'équation (3). Évidemment, cette transformation ne conduirait à rien, si R était nul. C'est donc *a priori*, et non *a posteriori*, semble-t-il, que l'auteur devrait démontrer la proposition dont il s'agit.

IV.

Après ces généralités, M. Mansion examine les cas où l'équation (2) aurait une racine double ou une racine triple. Comme M. Serret (*), procédant d'abord par *induction*, il conclut, de la formule générale (4), les formes particulières de l'intégrale; mais, de plus, il vérifie que ces intégrales satisfont à la proposée; ce qu'aucun Géomètre n'avait fait. M. Mansion a donc complété, utilement, le travail de Jacobi.

Le Mémoire est terminé par des généralisations, toutes naturelles, de l'équation (1).

V.

Aussitôt après avoir reçu le Mémoire, je me suis rappelé une intéressante communication *sur l'équation de Jacobi*, présentée au Congrès de Clermont-Ferrand, par M. Allégret. Sur ma demande, le savant Professeur m'a transmis une note inédite et manuscrite, dont voici l'analyse (**).

Soient les équations, simultanées et homogènes :

$$\frac{du}{A'u + B'v + C'w} = \frac{du}{A''u + B''v + C''w} = \frac{du}{Au + Bv + Cw} \cdot \qquad (6)$$

Si l'on pose

$$u = wx, \quad v = wy,$$

(*) « M. Serret s'occupe superficiellement des cas où l'équation en S » n'a pas trois racines inégales, cas dont Jacobi n'a pas parlé. » (Note de l'auteur.)

(**) J'ai introduit, dans l'ingénieuse méthode imaginée par M. Allégret quelques simplifications de détail.

on en conclut, à cause de

$$du - wdx = xdw, \quad dv - wdy = ydw :$$

$$\frac{dx}{(A'x + B'y + C') - (Ax + By + C)x} = \frac{dy}{(A''x + B''y + C'') - (Ax + By + C)y},$$

équation qui est précisément celle de Jacobi (*). Ainsi, grâce à l'heureuse idée de M. Allégret, toute la question se réduit à l'intégration des équations (6). Ce problème auxiliaire peut, on le sait, être résolu de diverses manières; par exemple, au moyen de la méthode que j'ai donnée dans les *Bulletins de l'Académie* et dans les *Annali di Matematica*. Du reste, dans sa Note manuscrite, le Professeur de Clermont-Ferrand s'énonce ainsi : « Cette nouvelle méthode d'intégration *dispense*, on le voit, *de toute discussion relative au cas des racines égales.....* Quelle que soit la forme des équations (6), tout est ramené à un procédé connu, sur lequel il n'y a pas lieu de revenir (**). »

(*) On peut se demander si ce n'est pas ainsi que cette équation a été rencontrée par l'illustre Géomètre.

(**) Voici un exemple très-simple, qui nous paraît probant. Il serait facile d'en former d'autres. Dans l'équation de Jacobi, supposons

$$A = A' = A'' = B = B = B' = B'' = 1.$$

L'équation en s devient

$$(1-s)\left[(1-s)^2 - 1\right] + 2\left[1 - (1-s)\right] = 0,$$

ou

$$s^3 - 3s^2 = 0 :$$

elle a deux racines nulles. En même temps, les équations (6) se ré-

Ainsi que je l'ai dit à la Classe, il y a quelque temps, cette méthode, si simple et si élégante, rend, sinon inutile, au moins surabondant, le travail de M. Mansion. Naturellement, notre jeune et savant Collègue de Gand ne partage pas cette opinion; et, comme il en avait le droit, il a répondu, à mes observations, par une courte Note intitulée : *Défense de mon petit Mémoire sur l'équation de Jacobi*, Note que je dépose sur le bureau.

VI.

CONCLUSIONS.

Le Mémoire de M. Mansion me semble un peu long, un peu compliqué, surtout si on le compare à la Note présentée, par M. Allégret, au Congrès de Clermont-Ferrand. Néanmoins, comme ce travail est exact, qu'il complète celui de Jacobi, et que d'ailleurs il est l'œuvre d'un jeune Géomètre très-honorablement connu, j'ai l'honneur d'en proposer l'insertion au *Bulletin*.

---

duisent à

$$du = dv = dw,$$

dont les intégrales sont

$$u = w + g, \quad v = w + h.$$

Il résulte, de celles-ci,

$$y - 1 = k(x - 1),$$

k étant la constante arbitraire.

Rapport de M. Folie.

« Il est superflu que je revienne sur l'analyse du travail de M. P. Mansion, après celle que vient d'en faire, d'une manière si complète, notre savant confrère.

Je suis loin, toutefois, de penser avec lui que la méthode de M. Allégret, dont il nous a donné le résumé, rende surabondant le travail du savant professeur de Gand.

Il n'y a aucun rapport, en effet, entre la méthode de M. Allégret et celle de Jacobi; tandis que le travail de M. P. Mansion s'occupe de cette dernière méthode elle-même, pour lui donner à la fois plus d'élégance et plus de généralité.

De plus, comme le fait voir M. Mansion dans la note qu'il a jointe à son Mémoire, la méthode de M. Allégret ne dispense nullement de la discussion des cas de deux ou de trois racines égales.

Enfin, l'historique très-complet de la question, par lequel M. Mansion termine son travail, témoigne de l'intérêt qu'elle a excité, et de celui que ne manquera pas d'éveiller le procédé ingénieux et élégant du savant professeur.

Afin de mettre cet historique au courant des derniers progrès réalisés dans l'étude de cette question, il pourrait y ajouter l'analyse de la méthode, très-ingénieuse également, du professeur de Clermont-Ferrand.

Par les différentes raisons que je viens d'exposer, j'ai l'honneur de proposer à la classe de voter l'impression du travail de M. Mansion, et en même temps des remercîments à l'auteur. »

Rapport de M. De Tilly.

« Je me rallie aux conclusions de mes deux savants confrères.

Comme M. Folie, j'engage l'auteur à introduire dans son Mémoire l'analyse et la discussion de la méthode de M. Allégret. »

La classe a adopté les conclusions de ses trois commissaires.

— MM. Folie, Catalan et De Tilly chargés d'examiner une note de M. Escary *sur la fonction* $P\frac{(n)}{l}$ *de Lamé*, demandent que l'auteur fasse une révision de son travail dans le sens indiqué par leur rapport écrit. — Adopté.

— Les mêmes commissaires, auxquels la classe avait renvoyé un mémoire de M. Ghysens *sur les sous-normales polaires et la courbure des surfaces,* en demandent l'impression au *Bulletin*, « le nouveau mémoire de M. Ghysens leur paraissant être un complément nécessaire et intéressant du premier travail dû à ce jeune géomètre. » — Adopté.

Sur quelques points de géométrie supérieure; par M. C. Le Paige.

Rapport de M. Folie.

« M. Le Paige s'est proposé, dans cette note, de rattacher à la théorie des formes binaires, celle de l'involution du n^{me} ordre, définie par $fx + \lambda\varphi x = 0$.

Il commence par mettre les équations, qui expriment cette involution, sous la forme d'un déterminant identiquement nul, résultat qui était connu pour l'involution du second ordre.

Partant de là, il prouve que, si cette identité a lieu, il existera une fonction du n^{me} ordre φ_1, telle que les invariants des formes φ_1, $f + \lambda\varphi$; φ_1, f; φ_1, φ sont nuls; et il en conclut, par analogie avec le second ordre, la définition de $2n$ points conjugués harmoniques, dans les termes suivants:

Si deux formes du n^{me} degré, homogènes, à deux variables, sont telles que leur invariant quadratique soit nul, les racines de ces deux formes représentent $2n$ points conjugués harmoniques.

Généralisant cette propriété, il arrive à une autre forme, qui reste invariable, par la substitution à x, y des expressions $\alpha x + \beta y$, $\alpha' x + \beta' y$, et dont la précédente se déduit comme cas particulier.

L'étude de ces propriétés me semble appelée à jeter du jour sur la théorie, encore peu développée, de l'involution du n^{me} ordre.

A la suite de cette note, M. Le Paige a donné une démonstration très-simple de la propriété que j'ai énoncée, sous le nom d'ÉVOLUTION, entre les segments déterminés sur une transversale par les côtés d'un couple de triangles, l'un inscrit à une conique, l'autre circonscrit à cette courbe et au premier triangle.

J'ai l'honneur de proposer à la classe d'ordonner l'impression de la note de M. Le Paige au *Bulletin,* et de voter des remercîments à l'auteur pour son intéressante communication. »

La classe a adopté ces conclusions, auxquelles s'est rallié M. Catalan, second commissaire.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

M. de Koninck annonce que le mémoire de son fils Lucien sur un échantillon de kaolinite écailleux de Quenast était prêt pour être présenté à la séance; mais quelques renseignements reçus au dernier moment devant y être compris encore, ce travail ne sera présenté qu'à la séance d'octobre.

Recherches sur la structure de l'appareil digestif et sur les phénomènes de la digestion chez les Aranéides dipneumones, par M. Félix Plateau, membre de l'Académie.

§ I.

AVANT-PROPOS.

Ces recherches, qui font partie d'un ensemble d'études sur l'appareil digestif et sur les phénomènes de la digestion dans tout l'embranchement des articulés, ont été commencées en 1873 et poursuivies, au milieu d'autres travaux, pendant quatre années. Ceux-là seuls qui se sont occupés pratiquement de l'anatomie des Aranéides comprendront la lenteur avec laquelle les matériaux de ce Mémoire ont été réunis.

Je n'ai pas à faire ressortir l'intérêt que présentent des recherches sur les fonctions digestives chez les Arachnides; on a vu, par mes publications antérieures, combien la question, pour les Arthropodes en général, était neuve

J'ajouterai que, pour les Aranéides, le terrain était à peu près vierge.

Quant à l'anatomie de l'appareil digestif des Aranéides dipneumones, le travail le plus récent datait déjà de 1842 et avait laissé, ainsi que ses devanciers, une quantité de points à élucider. Il existe, il est vrai, des travaux remarquables sur les Mygalides ou Tétrapneumones; mais rien ne prouvait que l'on fût autorisé à considérer, ainsi que l'ont fait les traités d'anatomie comparée, la structure de ce petit groupe comme générale. En effet, dès les premiers pas, j'ai pu m'assurer que, par beaucoup de détails et même par certaines dispositions importantes, les Aranéides dipneumones s'écartent des Mygales et j'ai constaté l'insuffisance de nos connaissances anatomiques, insuffisance qui tenait aux grandes difficultés que présente la dissection de ces animaux.

Je crois donc avoir fait une œuvre utile en décrivant, avec soin, la disposition et la texture de l'appareil digestif des Aranéides dipneumones et surtout avoir contribué à rendre clair et exact ce qui, dans les ouvrages modernes, est souvent obscur et n'est jamais exempt d'erreurs.

J'ai divisé ce Mémoire en trois parties : la première comprend la description détaillée de l'appareil digestif des Tégénaires, appuyée de quelques exemples fournis par des formes différentes.

La seconde renferme la description plus sommaire de l'appareil digestif de quelques autres genres (*Agelena, Lycosa, Argyroneta, Amaurobius, Clubiona* et *Epeira*), afin de montrer la valeur des différences plus ou moins profondes qui séparent, à cet égard, les genres les uns des autres et d'apporter des confirmations aux faits énoncés dans la partie précédente.

La troisième contient les résultats de mes expériences sur les fonctions digestives. Ces résultats indiqués en quelques mots dans ma *Note sur les phénomènes de la digestion chez les Phalangides*, publiée en 1876, ont acquis une valeur que je n'aurais osé espérer depuis que des recherches analogues sur l'Écrevisse, dues au savant professeur de chimie physiologique de l'université de Strasbourg, M. Hoppe-Seyler, ont prouvé leur exactitude et le bienfondé de mes conclusions principales.

Comme dans mes travaux antérieurs, j'ai réuni ci-dessous la liste des figures concernant le tube digestif et ses annexes.

§ II.

INDICATIONS ICONOGRAPHIQUES.

A. — **Dipneumones**

1809-1811. Ramdohr. *Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten.* Halle. (Altas.) Viertes Heft.
  Pl. XXX. Fig. 1 et 2. Tube digestif de *Tegenaria domestica.*
1812. Treviranus. *Ueber den innern Bau der Arachniden.* Nürnberg.
  Pl. II. Fig. 24. Tube digestif de *Tegenaria domestica.*
  Pl. III. Fig. 24. Portion de l'intestin buccal de la même.
  Fig. 26. Tubes de Malpighi de la même.
  Fig. 27. Région pharyngienne de la même.
  Fig. 28. Glande abdominale de la même.
  Pl. V. Fig. 47. Glande abdominale, tubes de Malpighi et intestin terminal d'*Amaurobius atrox.*
1829. Lyonet. *Anatomie de différentes espèces d'insectes* (2^e^ article, Araignées). (Mém. du Museum, t. XVIII.)
  Pl XXI. Fig. 4. Œsophage et appareil de succion de *Tegenaria civilis.*
  Fig. 5. Coupe au travers de la lame pharyngienne supérieure.
  Fig. 15, 17, 18. Lame chitineuse de l'appareil de succion.

Fig. 22. Intestin moyen céphalothoracique (sous le nom de système nerveux).

Fig. 27. Œsophage et intestin moyen incomplet.

1832. Lyonet. *Recherches sur l'anatomie et les métamorphoses de différentes espèces d'insectes.* Œuvre posthume publiée par W. de Haan, Paris.

Mêmes figures que dans l'ouvrage précédent.

1833. Brandt et Ratzeburg. *Medizinische Zoologie.* Bd. II. Berlin.

Pl. XV. Fig. 6. Tube digestif d'*Epeira diadema.*

Fig. 17. Tubes de Malpighi de la même.

1835. Audouin. *Arachnida* dans Todd's Cyclopœdia, vol. I, page 203, fig. 82. Tube digestif de *Tegenaria domestica*, d'après Treviranus.

1838. Carus, C.-G. *Traité élémentaire d'anatomie comparée.* Trad. française. Bruxelles. (Atlas.)

Pl. VII. Fig. 1. Tube digestif de *Tegenaria domestica*, d'après Treviranus.

1840. Brandt. *Recherches sur l'anatomie des araignées.* (Ann. des sciences naturelles, zoologie, 2^e^ série, t. XIII, page 180.)

Pl. IV. Fig. 2. Tube digestif de l'*Epeira diadema.*

Fig. 3. Ramifications des tubes de Malpighi de la même.

1840. Lucas. *Histoire naturelle des Crustacés, des Arachnides et des Myriapodes.* Paris.

Pl. III. Fig. 6. Glande abdominale de *Tegenaria domestica*, d'après Treviranus.

1846. Wasmann. *Beiträge zur Anatomie der Spinnen.* (Abhandl. aus dem Gebiete der Naturwiss. herausg. v. d. naturwiss. Ver. in Hamburg, Erster Band.)

Pl. XIII. Fig. 22. Portion grossie de la glande abdominale de l'*Epeira diadema.*

1855. Th. Rymer Jones. *General outline of the organisation of the animal Kingdom*, 2^{e} édition.

Page 415. Fig. 191. App. digestif d'*Epeira diadema*, d'après Brandt.

Page 416. Fig. 193. Tubes de Malpighi de l'*Epeira diadema*, d'après Brandt.

1864. Simon. *Histoire naturelle des Araignées (Aranéides).* Paris.

Page 17. Fig. 5. Tube digestif d'*Epeira diadema*, d'après Brandt.

B. — Tetrapneumones.

1836. **Dugès.** *Règne animal de Cuvier, nouvelle édition (Arachnides).* Paris. Fortin, Masson et Cie.
Tube digestif de la *Cteniza cœmentaria.*
(Je n'ai pas eu l'occasion de voir cette édition.)

1838. **Dugès.** *Traité de physiologie comparée de l'homme et des animaux*, t. II.
Pl. IX. Fig. 346. Tube digestif de *Cteniza cœmentaria.*
Fig. 347. Portion de la glande abdominale grossie.

1843. **Owen.** *Lectures on the comparative anatomy and physiology of the invertebrate animals.* London.
Page 258. Fig. 110. Tube digestif de *Cteniza cœmentaria*, d'après Dugès.

1846. **Wasmann.** *Beiträge zur Anatomie der Spinnen* (Abhandl. aus dem Gebiete der Naturwiss. herausgeg. v. d. naturwis Ver. in Hamburg. Erster Band).
Mygale avicularia, M. Erichsonii, M. ursina.
Pl. XII. Fig. 4. Coupe et rapports de l'organe de succion.
Pl. XIII. Fig. 10, 11, 12, 14, 15, pièces buccales et pharyngiennes.
Fig. 13. Intestin buccal (profil).
Fig. 16. Glande pharyngienne.
Fig. 17. Ensemble du tube digestif.
Fig. 18 et 19. Face inférieure de la portion thoracique de l'intestin moyen.
Fig. 20 et 21. Portions de la glande abdominale.
Fig. 23. Terminaison des tubes de Malpighi.

1849. **Dugès.** *Règne animal de Cuvier.* (Atlas) Paris. Victor Masson.
Pl. III. Fig. 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, détails du tube digestif de la *Cteniza cœmentaria.*

1851-1859. E. **Blanchard.** *L'organisation du règne animal (Arachnides).*
Pl. XIII. Fig. 5 et pl. XIV, fig. 1 à 8, détails du tube digestif de la *Mygale Blondii.*

1857. J.-V. **Carus.** *Icones zootomicae* (Wirbellosen Thiere).
Pl. XIII. Fig. 4, 5, 7 et 29. Tube digestif de *Cteniza cœmentaria*, d'après Dugès.
Fig. 8. Intestin buccal et glande pharyngienne de *Mygale avicularia*, d'après Wasmann.

1868-1872. P. HARTING. *Leerboek van de Grondbeginselen der Dierkunde. Derde deel.*
Fig. 322. Tube digestif de *Cteniza cœmentaria*, d'après Dugès.

1873. GEGENBAUR. *Manuel d'anatomie comparée traduit par* C. Vogt.
Page 379. Fig. 101. Tube digestif de *Cteniza cœmentaria*, d'après Dugès.

§ III.

RÉSUMÉ HISTORIQUE.

Les listes que le lecteur a sous les yeux montrent déjà que l'appareil digestif des Aranéides a été l'objet de nombreuses recherches Anatomiques. Nous allons faire brièvement l'historique de ce chapitre d'anatomie comparée; nous réservant de revenir sur les détails, à propos de nos observations personnelles.

La plus ancienne tentative de description date de 1811 et est due à Ramdohr (1); elle se signale naturellement par des erreurs; ainsi, la glande abdominale y est considérée comme un estomac. Ramdohr a figuré les tubes de Malpighi et l'intestin terminal d'une manière assez satisfaisante. Peu de temps après, Treviranus faisait faire un pas considérable à la question, d'abord dans son *Ueber den innern Bau der Arachniden*, ensuite dans ses *Vermischte Schriften* (2); puis viennent Marcel de Serres (3) qui donna, l'un des premiers, le nom de foie à la glande abdominale; Straus-Durckheim qui aurait, dit-on, préparé un travail sur la Mygale (1), mais qui ne parle cependant qu'accessoirement du tube digestif des Aranéides dans ses deux œuvres principales (2); Lyonet dont l'étude patiente amène la connaissance de l'organe de succion, mais qui se trompe gravement en un autre point, prenant la partie annulaire des organes de la digestion pour la portion centrale et radiée du système nerveux.

---

(1) Les travaux dont je ne donne pas le titre détaillé en note sont les ouvrages à planches qui figurent déjà dans les *Indications iconographiques* ci-dessus.

(2) *Vermischte Schriften. Anatomischen und physiologischen Inhalts. Erster Band.* Göttingen, 1816, p. 3.

(3) *Sur les usages du vaisseau dorsal*, suite (MÉM. DU MUSÉUM, t. V, Paris, 1819, p. 94).

La description du tube digestif de l'*Epeira diadema*, publiée un an plus tard par Brandt et Ratzeburg est beaucoup plus exacte; Brandt l'a reproduite avec peu de changements dans les *Annales des sciences naturelles*. Audouin, dans l'article *Arachnida* de la Todd's Cyclopœdia, s'est cependant et malheureusement encore inspiré du premier travail de Treviranus.

En 1836, Dugès fait paraître une première fois, dans les *Annales des sciences naturelles* (3), le résultat remarquable de ses études sur l'anatomie des organes digestifs des Aranéides, et, dans la nouvelle édition du *Règne animal de Cuvier*, de fort belles figures concernant la *Cteniza cœmentaria*, figures souvent copiées et qu'il a reproduites lui-même dans son *Traité de physiologie comparée* et dans le règne animal de 1849.

---

(1) Voyez Blanchard. *L'organisation du règne animal* (*Arachnides*). Livraison 15, p. 204.

(2) *Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés*, Paris, 1828, et *Traité pratique et théorique d'anatomie comparative*, t. II. Paris, 1843.

(3) *Observations sur les Aranéides.* (Ann. des sciences naturelles, 2e série (*Zoologie*), t. VI, p. 159. 1836.)

En 1842, Grube a repris l'étude de l'organe de succion et de la portion annulaire de l'intestin moyen chez les Épéires et l'Argyronète (1).

On doit à Wasmann (1846) un travail très-étendu et, malheureusement trop peu connu, sur l'organisation des Mygales. Il y décrit longuement le tube digestif, et bien que ses figures soient assez grossières, j'ai pu constater que, la plupart du temps, l'auteur a vu juste et représenté fidèlement. J'aurai souvent l'occasion de le citer.

Enfin, de 1851 à 1859, M. Émile Blanchard a publié, dans son *Organisation du règne animal*, une suite de monographies anatomiques dont l'éloge n'est plus à faire. Parmi les Aranéides, les planches concernant la Mygale de Leblond sont au complet; malheureusement le texte s'arrête au milieu de la description du système musculaire et ce n'est guère que par l'explication des figures qu'on peut se faire une idée, nécessairement imparfaite, de l'interprétation de l'auteur.

Ajoutons, en terminant, que MM. H. Meckel (2), Jones (3) et Fr. Leydig (4) ont fait plusieurs observations histologiques que nous utiliserons plus loin.

---

(1) *Einige Resultate aus Untersuchungen über die Anatomie der Araneiden* (ARCHIVES DE MÜLLER, 1842, p. 296).

(2) *Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere* (ARCHIVES DE MÜLLER, 1846, p. 1).

(3) *On the structure and developpement of the Liver* (PHILOS. TRANS., 1849, part. I, p. 116).

(4) *Zum feineren Bau der Arthropoden* (ARCHIVES DE MÜLLER, 1855, p. 376).

PREMIÈRE PARTIE.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DIGESTIF DES TÉGÉNAIRES.

TEGENARIA DOMESTICA, L., TEGENARIA CIVILIS, Walck.

§ IV.

PRÉLIMINAIRES.

Ainsi que le lecteur a pu s'en assurer par les *Indications iconographiques*, l'appareil digestif des Tégénaires a été étudié successivement, mais d'une façon très-incomplète, par Ramdohr, Treviranus et Lyonet. Ces auteurs nous ont laissé tout à vérifier et beaucoup à découvrir.

Je décrirai, dans cette première partie, le canal alimentaire des Tégénaires avec tous les détails que comporte le sujet. Bien que l'on n'ait pas le droit de le considérer, plutôt que tout autre, comme un type de structure, j'y rapporterai toutes mes observations générales; ce qui permettra, en parlant, plus tard, des autres genres, de n'indiquer que ce qu'ils offrent de spécial.

L'appareil digestif se compose, chez les Aranéides, comme chez tous les autres articulés, outre les pièces de la bouche, de trois portions successives : un *intestin buccal,* un *intestin moyen*, siége principal de la digestion, un *intestin terminal,* ayant pour rôle l'expulsion des résidus.

Des épithéliums probablement sécrétoires offrent, en certains endroits, un beau développement; mais on constate surtout l'existence de trois groupes glandulaires annexes : la *glande pharyngienne*, pour l'intestin buccal, la *glande abdominale* (vulgairement *foie*), pour l'intestin moyen, les *tubes de Malpighi*, pour l'intestin terminal.

§ V.

BOUCHE ET INTESTIN BUCCAL.

A. *Pièces buccales.* Je ne referai plus ici la description détaillée des pièces de la bouche des Aranéides ; trop d'auteurs s'en sont occupés. Je me bornerai donc à rappeler ce que l'on voit :

1° En avant de l'orifice buccal, une pièce impaire formant une sorte de capuchon mou, flexible, couvert de poils longs, abondants. *Camerostome* de Latreille, *Lèvre supérieure* de beaucoup d'auteurs (1). (Fig. 3, *a*. pl. I.)

En examinant attentivement et en disséquant sous le microscope la lèvre supérieure des Dipneumones, j'ai toujours observé une structure plus simple que celle que l'on indique pour les Mygalides. Avec beaucoup de difficulté, on constate, près de sa base, deux petites lamelles fort courtes, écartées (fig. 4, pl. I), répondant probablement aux deux lames chitineuses contiguës des Mygales décrites par M. Blanchard (2) et dont l'extrémité en saillie a été représentée par Dugès sous le nom de *Luette* (3) et par Wasmann (1). Mais il est absolument impossible de voir rien d'analogue à la fente que ce dernier auteur a signalée sous la saillie en question, fente qui serait, pour lui, l'orifice d'un canal spécial (2). L'absence de cet orifice a, comme nous le verrons plus loin, sa valeur dans l'interprétation de la glande pharyngienne.

---

(1) Regardée par M. Blanchard (*Organisation du règne animal, Arachnides*, pp. 20 et 210) comme le résultat de la fusion des mandibules et des mâchoires des autres articulés.

(2) *Ibid*, p. 210, pl. XII, fig. 8*b*.

(3) *Règne animal.* Édition de 1849. Pl. III, fig. 2.

2° En arrière de l'orifice buccal, une pièce sternale quadrangulaire, légèrement échancrée au bord libre, solide, épaisse, articulée avec la partie antérieure du sternum. *Languette* de Latreille, *Lèvre* de Dugès, *Lèvre* inférieure de nombreux auteurs (fig. 20 *b* et 3 *d*, pl. I).

3° Latéralement, à droite et à gauche, les hanches ou coxopodites des pattes-mâchoires (*Mâchoires* des auteurs) (3) (fig. 20, *e*, pl. I).

B. *Intestin buccal.* Il est deux faits qu'il ne faut point perdre de vue et qui nous aideront dans notre interprétation : 1° L'intestin buccal des Arthropodes est doublé intérieurement par une cuticule chitineuse pouvant donner lieu à des couches dures ou à des appendices internes. Cette cuticule cesse à l'origine de l'intestin moyen; 2° chez les Arthropodes dont la bouche est reculée à une certaine distance de l'extrémité antérieure de la tête (Crustacés décapodes, Limules, Aranéides, etc.), l'intestin buccal est fortement coudé en un point de son trajet de manière à former un angle parfois aigu.

---

(1) *Beiträge zur Anatomie der Spinnen.* Op. cit., pl. XIII, fig. 10*f*, 11*e*, 13*b* et 16.

(2) *Id.*, *ibid.*, p. 140, pl. XIII, fig. 10*g*, 11*f*, 12 et 16*b*.

(3) Homologues des mandibules des autres articulés pour M. Rolleston qui considère les pattes-mâchoires comme palpes mandibulaires et les pattes de première paire des Arachnides comme palpes labiaux. (*Forms of animal life.* Oxford, 1870, p. CXVII, et tableau de la page 116.)

L'intestin buccal des Tégénaires et des Aranéides en général, tapissé dans toute sa longueur par une cuticule chitineuse, peut être divisé, pour les besoins de la description, en trois régions : *Région pharyngienne*, *Région œsophagienne*, *Organe de succion.*

Région pharyngienne. Elle a été représentée et décrite plusieurs fois avec plus ou moins d'exactitude (1), aussi me limiterai-je à quelques indications courtes, mais nettes.

C'est un canal aplati (fig. 1, *a*, p. I), presque rectiligne, à direction à peu près verticale, compris, à son origine, entre la lèvre supérieure et la lèvre inférieure. Sa cuticule forme deux lames chitineuses, minces, linguiformes, parallèles et soutenant les parois antérieure et postérieure.

La lame antérieure (*Palais* de Latreille, *Labre* pour d'autres) (2), garnie de nombreuses rangées transverses de soies délicates qui la rendent veloutée, et renforcée par une forte côte médiane creusée en gouttière, est reliée, vers sa pointe, par une membrane, au pourtour de la lèvre supérieure (fig. 3, *b*, pl. I).

La lame postérieure qui est, de même, reliée vers son extrémité à la lèvre inférieure, n'a *pas de gouttière* (3), et n'est renforcée que par un cadre délicat. Elle a porté, très-improprement, le nom de *langue* (fig. 3, *c*, pl. I).

---

(1) Voyez Treviranus. *Ueber den innern Bau*, op. cit., pl. III, fig. 27. — Lyonet. *Mém. du Muséum*, t. XVIII, 1829, et *Œuvre posthume*, pl. XXI, fig. 27. — Dugès. *Règne animal*, édit. de 1849 (Arachnides), pl. III, fig. 1 et 3. — Wasmann. *Beiträge zur Anatomie der Spinnen*, op. cit., pl. XIII, fig. 13, 14, 15.

(2) Dugès la compare à l'*epipharynx* des hyménoptères (*Ann. des sc. nat.*, 2e série, t. VI, p. 178).

(3) Dugès (*Règne animal*, édit. 1849. *Arachnides*, pl. III, fig. 3) représente la lame pharyngienne postérieure de la *Cteniza cœmentaria* comme munie d'une côte médiane canaliculée semblable à celle de la lame antérieure. Les ouvrages généraux (Milne Edwards, *Leçons sur la physio-*

Nous emploierons, comme dépourvus de toute ambiguïté, les termes de *Lames pharyngiennes antérieure* et *postérieure.*

A l'extrémité supérieure du pharynx qui fait une assez forte saillie dans le céphalothorax, les lames pharyngiennes se rapprochent davantage, la cavité pharyngienne se prolonge en un canal renforcé par deux côtes latérales et qui, plié presque brusquement à angle droit, s'ouvre dans l'œsophage.

Je ne décrirai pas la série de muscles de cet organe intéressant; je signalerai seulement, parce qu'ils frappent par leur développement, les volumineux muscles rétracteurs du pharynx s'insérant au sommet de l'angle dont je viens de parler, à une saillie de l'origine de l'œsophage et affectant la forme de deux éventails plats, parallèles, verticaux, se fixant au tergum du céphalothorax (fig. 1, *i* et 2, *a*, pl. I).

Glande pharyngienne. Bien que les glandes vénénifiques représentent peut-être des glandes salivaires modifiées, ces organes ne déversant pas leur produit dans le tube digestif ne doivent pas nous occuper ici.

Mais il existe un autre groupe glandulaire offrant un grand intérêt et dont la sécrétion joue probablement un rôle dans la digestion. Il a été découvert chez les Mygales

---

logie, etc., t. V, p. 374, en note) et d'autres, regardent cette disposition comme commune à toutes les araignées. C'est une erreur; la lame pharyngienne postérieure de toutes les Dipneumones que j'ai examinées, n'a ni côte, ni gouttière médiane; tout au plus existe-t-il un très-léger pli à peine visible. Treviranus (*Ueber den innern Bau, etc.*, pl. III, fig. 27*c*) avait déjà très-exactement figuré cette différence.

et figuré en partie par Wasmann (1). Suivant cet auteur, une petite fente de la lèvre supérieure conduit dans une cavité située en avant de la lame pharyngienne antérieure et circonscrite par la lèvre en question, des muscles et la lame pharyngienne. On observe dans cette cavité une masse glandulaire transparente allongée dans le sens vertical et Wasmann émet l'opinion que ce pourrait être une glande salivaire. M. von Siebold dit avoir vu la même glande chez plusieurs Aranéides dont il n'indique pas les noms et, après avoir résumé la description de Wasmann, il ajoute que la glande « .... sécrète très-probablement de la » salive, laquelle s'écoule, sans doute, par la fente dont il » a été question plus haut, pour humecter les substances » dont l'animal exprime les sucs (2). » Enfin, M. Leydig lui consacre aussi quelques mots, mais pour signaler, lui-même, l'insuffisance de ses observations (3).

J'ai dit, en parlant de la lèvre supérieure, que chez les Dipneumones, Tégénaires et autres, celle-ci n'offre ni fente ni orifice; l'exactitude de l'observation de Wasmann chez les Mygales est, du reste, très-douteuse, car M. Blanchard qui pousse, en général, l'étude des détails très-loin, ne fait pas même allusion à une ouverture (4). Il est, enfin, une considération qui fait supposer l'absence d'orifice chez toutes les Aranéides, c'est que le liquide auquel il donnerait passage s'écoulerait à l'extérieur en un endroit tel, qu'on se demande comment il serait possible qu'il eût une action quelconque sur les matières sucées par l'animal. Ne nous occupons donc plus de ce point, et passons à l'examen de la glande pharyngienne.

---

(1) *Beiträge zur Anatomie der Spinnen, etc.*. op. cit, pp. 140 et 142 fig. 15 et 16.

(2) *Manuel d'anatomie comparée.* Trad. franç, t. I, p. 515.

(3) *Zum feineren Bau der Arthropoden*, op. cit, p. 450.

(4) *Organisation du règne animal* (*Arachnides*), op. cit, p. 210.

J'ai fait un grand nombre de dissections d'individus frais ou durcis par différents procédés en vue d'arriver à une connaissance exacte de l'organe. Je ne puis cependant me flatter d'avoir entièrement atteint mon but; la petitesse de la glande, sa délicatesse, la nécessité de détruire de nombreux faisceaux musculaires pour l'isoler, amenant toujours pour résultat des préparations douteuses par quelques points. Quoi qu'il en soit, voici ce que je crois être la disposition générale : La lèvre supérieure, en forme de capuchon, circonscrit en partie une cavité assez spacieuse située en avant de la lame pharyngienne antérieure et dans laquelle se trouve logée la glande qui est impaire (fig. 1, 3 et 6, pl. I). Jusque-là, je suis d'accord avec Wasmann. Ce qui suit m'est personnel, et bien que j'aie observé fréquemment la glande des Tégénaires, je donnerai les détails de structure d'après l'*Amaurobius atrox* qui m'a fourni les préparations les plus nettes. La *glande pharyngienne* (fig. 6 et 7, pl. I) est une utricule pyriforme ou ellipsoïdale à parois très-minces. La tunique propre très-délicate offre de petits noyaux granuleux espacés. Dans une préparation montée à la glycérine étendue de 3/4 d'eau et grossie à 300 diamètres, j'ai vu une couche musculaire composée de fibres longitudinales et de fibres transversales (fig. 8, pl. I). Le canal excréteur court, formé par un prolongement de la tunique propre, aboutit, non pas à une fente de la lèvre supérieure, mais, *dans une direction opposée*, au fond du pharynx, vers l'origine de l'œsophage.

Les cellules à sécrétion examinées en place, et non après déchirure, comme cela n'arrive que trop souvent, sont assez volumineuses et affectent toutes les allures d'un épithélium à grosses cellules cylindriques déformées par pression mutuelle (fig. 9, pl. I). Ces mêmes cellules isolées, par rupture de la glande, deviennent ellipsoïdales arrondies (fig. 10, pl. I). Leur contenu est légèrement jaunâtre; le protoplasme est chargé de fines granulations jaune-pâle et de très-petits globules. Le noyau peu apparent est mat et m'a semblé granuleux chez les Tégénaires. Le liquide sécrété est incolore.

J'aurai donné une idée de la petitesse de la glande pharyngienne en disant que, chez l'*Amaurobius atrox*, elle mesure moins d'un demi-millimètre de longueur.

Nous verrons, plus tard, en traitant des Épéires, qu'il faut probablement admettre, dans ce genre, l'existence d'un second groupe glandulaire d'une autre nature au voisinage du pharynx.

Région œsophagienne. Facile à isoler, elle a été observée par Treviranus, Marcel de Serres, Lyonet, Brandt, Dugès, Grube, Wasmann, Leydig. C'est, comme on le sait, un tube étroit, courbe, la convexité de la courbure étant tournée vers le bas, faisant à son origine, avec la région pharyngienne, un angle d'environ 90°. L'œsophage descend d'abord obliquement, passe sous les ganglions cérébroïdes, remonte ensuite, passe chez les Tégénaires, Agélènes et Lycoses vraies (1), sous le cœcum antérieur unique de la portion annulaire de l'intestin moyen et se termine à l'organe de succion. Le tube entier est rendu rigide et maintenu béant grâce à sa cuticule. Ses parois comprennent, en effet : 1° une tunique externe mince, sans revêtement musculaire; 2° une cuticule chitineuse finement striée transversalement chez les Tégénaires et beaucoup d'autres (1), formant une gouttière ouverte inférieurement et dont les bords sont très-épais et solides (2) (fig. 5, pl. I). On a déjà fait remarquer, avec raison, que cette gouttière doit être regardée comme la continuation de celle de la lame pharyngienne antérieure. Elle cesse brusquement (ou, du moins, la cuticule devient brusquement très-mince), au devant de l'organe de succion. Il n'y a point d'épithélium visible.

---

(1) On trouvera plus loin la description de ce cœcum chez les Tégénaires et, dans la seconde partie, celle du cœcum double d'autres genres.

Organe de succion. (*Estomac* de Lyonet et de Dugès, *Gésier* de Straus-Durckheim, *Estomac suceur* de Wasmann, *Jabot aspirateur* de Milne Édwards, etc.) Afin de comprendre la position, les rapports et les attaches musculaires de l'organe de succion, il est nécessaire de rappeler quelques notions concernant le squelette cutané.

1° Lorsqu'on examine, même à l'œil nu, la surface dorsale du céphalothorax d'une araignée, on y constate huit sillons rayonnants partant des bords pour aboutir à une dépression centrale plus ou moins profonde, variable de forme suivant les genres. Chez les Tégénaires c'est une gouttière étroite dirigée dans le sens antéro-postérieur. A cette dépression de la surface externe répond une forte saillie solide de la surface interne des téguments; saillie destinée à des insertions musculaires importantes. Ainsi qu'on peut le voir par la figure 1, *l*, qui est, je crois, la première où cette saillie soit représentée d'une manière exacte, elle consiste, chez les Tégénaires, en une lame verticale à bords sinueux, échancrée en arrière.

---

(1) Dans la seconde partie, nous dirons un mot de la cuticule de l'œsophage de l'Argyronète.

(2) C'est ce qui a fait dire à d'anciens auteurs, Marcel de Serres, entre autres, que l'œsophage est *à deux branches* (*Sur les usages du vaisseau dorsal*, suite, Mém. du Muséum., t. V., 1819, p. 94).

2° La cavité du céphalothorax des Aranéides est divisée en deux étages par un plancher ou cloison chitineuse horizontale, incolore, très-résistante (*Sternum* de Lyonet et de Straus-Durckheim, *Squelette interne* de Wasmann, *Enthodère* de Dugès, *Grande lame aponévrotique, Cloison horizontale du céphalothorax*, *Cloison entocéphalothoracique* de M. Blanchard (1).

Fortement échancrée en avant, rétrécie en arrière, rappelant un peu, par ses courbures, comme le dit M. Blanchard, la forme d'une selle turcique, elle présente sur ses bords une série de digitations (fig. 11, pl. I). De ces digitations et de la face inférieure de la cloison (2) naissent de nombreux muscles tenseurs qui s'insèrent les uns à la paroi céphalothoracique supérieure, les autres à la paroi céphalothoracique inférieure.

C'est sur la cloison horizontale chitineuse que repose l'organe de succion; en dessous d'elle s'observe la portion centrale radiée du système nerveux.

J'ai lu nécessairement toutes les descriptions de l'organe de succion publiées depuis Lyonet, mais je dois avouer qu'il n'y en a aucune de réellement exacte. Évidemment, chacun des descripteurs a été heureux quant à certaines parties, mais l'ensemble ne me paraît jamais avoir été saisi d'une manière convenable. Afin de ne pas fatiguer le lecteur par une révision critique stérile, je me bornerai à rappeler que les notions en partie incomplètes, ayant eu cours jusqu'à présent, sont dues à Lyonet, Brandt, Dugès, Wasmann et Leydig, et je passerai directement à l'exposé de ce que j'ai observé personnellement.

---

(1) M. Blanchard (*Organisation du règne animal*, *etc.*, op. cit., p. 231) y voit l'homologue de l'*entothorax* des Insectes.

(2) La cloison chitineuse des Dipneumones n'offre point les lames rayonnantes inférieures de celle des Mygales, mais seulement de petites inégalités peu accusées pour l'insertion des muscles.

L'intestin buccal arrivé sur la cloison chitineuse du céphalothorax, se renfle un peu en une poche ovoïde, non pas cartilagineuse (1) ni musculeuse (2) dans le sens propre du mot, ce qui n'est que le résultat d'une dissection trop rapide, mais simplement membraneuse sans aucune *tunique* musculaire et tapissée d'un épithélium délicat. A l'état de vacuité ou d'affaissement, les parois offrent, sur les côtés, des plis longitudinaux peu accusés (fig. 1, *c*, 12, 13 et 14, pl. I).

A l'extrémité postérieure et rétrécie de la poche, celle-ci se continue en un canal court, étroit, obliquement descendant, d'où naît directement l'intestin moyen.

Presque toute la surface dorsale de la poche est occupée par une production de la cuticule constituant une plaque ou *bouclier* solide, en forme de feuille, élargi au milieu, pointu en arrière, légèrement convexe, offrant un sillon longitudinal médian et dont la face inférieure est garnie d'une carène saillante longitudinale, de sorte qu'une section transversale rappelle la lettre **T**, ainsi que l'indiquent déjà les dessins de Lyonet et de Dugès. C'est la *lame cornée de l'estomac* de Dugès, la *plaque terminale de l'os hyoïde* de Brandt. Il est parfaitement évident que la gouttière de la lame pharyngienne antérieure, le revêtement solide de l'œsophage et le bouclier de l'organe de succion ne sont qu'une même production cuticulaire se continuant dans tout l'intestin buccal et se modifiant dans sa forme et ses usages, suivant les régions.

---

(1) Milne Edwards (*Leçons sur la physiologie*, *etc.*, t. V, p. 574 en note).

(2) Von Siebold (*Manuel d'anatomie comparée, etc.*, op. cit., t. I, p. 513).

L'organe de succion, muni de son bouclier dorsal, repose, comme nous l'avons vu, sur la cloison chitineuse du céphalothorax, cloison qui le déborde largement, sur les côtés et en arrière.

Il est probable que la succion est opérée en partie par des dilatations successives de la poche, alternant avec des compressions destinées à chasser le liquide dans les cœcums de l'intestin moyen. Ces mouvements n'ont pas lieu sous l'influence d'une *tunique* musculaire, proprement dite, qui manque, mais par l'action de deux ordres de muscles, des dilatateurs et des compresseurs.

Les *dilatateurs* qui ont été vus en premier lieu, mais considérés comme un muscle unique par Brandt (1), sont au nombre de deux et relativement très-forts. Plats, dilatés en éventails, ils s'insèrent, d'une part dans le sillon dorsal du bouclier de l'organe de succion, et d'autre part à la lame saillante médiane de la région tergale du céphalothorax (fig. 1, *k*, 2, *b* et 13, pl. I).

Les *compresseurs* qu'on a pris pour une tunique musculaire après leur rupture et que Wasmann a très-bien vus le premier, mais en les regardant comme des dilatateurs latéraux (2), se composent d'un très-grand nombre de cylindres musculaires striés, naissant au pourtour du bouclier, de la face dorso-latérale de l'organe de succion, descendant obliquement et s'insérant en rayonnant sur la cloison chitineuse du céphalothorax (fig. 1, 12, 13 et 14, pl. I). Ils ont pour effet évident d'abaisser le bouclier et de diminuer, par conséquent, la capacité de la poche.

---

(1) *Medizinische Zoologie*. Op. cit., p. 89. Erreur reproduite à peu près partout, entre autres dans les *Leçons sur la physiologie, etc.*, de M. Milne Edwards, t. V, pp. 574 et 575, note I.

(2) *Beiträge zur Anatomie der Spinnen*, pp. 142 et 143, fig. 4 et 17.

Bien que très-écourtée, la description qu'on vient de lire n'a pas été faite à la légère; elle est basée sur de nombreuses dissections heureuses, suivies d'un examen microscopique détaillé (1).

On voit donc que l'organe de succion fonctionne à la manière d'un soufflet, comme l'indiquent les attaches musculaires très-simples et les plis longitudinaux des parois latérales, à l'état de vacuité ou lorsque les muscles dilatateurs sont rompus. (Voir III^e^ partie, § XVII.) Je ferai remarquer que ce serait une erreur de supposer que, chez les Dipneumones, la cloison chitineuse du céphalothorax fût déplacée par les muscles tenseurs qui naissent de ses bords ou de sa face inférieure et vînt comprimer une partie quelconque du tube digestif. Ces déplacements n'auraient aucune raison d'être, en face de la structure de l'organe de succion.

---

(1) Certaines descriptions de l'organe de succion, telle que celle de M. Milne Edwards (*Leçons sur la physiologie, etc.,* t. V, p. 574, en note), donnée comme générale, mais inspirée évidemment par les travaux publiés sur les Tétrapneumones, s'éloignent tellement de ce qu'on voit chez les Dipneumones que je n'oserais entreprendre aucune discussion comparative. Voici la description de M. Milne Edwards ; je mets en italique ce qui me semble sujet à révision sérieuse « L'œsophage... débouche dans une » sorte de boîte *cartilagineuse*, élargie en *arrière* et garnie de *quatre* » *crêtes* longitudinales qui en occupent les *angles*. Dans l'état de repos, » les parties comprises entre ces crêtes se *rapprochent au point de se* » *toucher presque;* mais, par l'action des muscles circonvoisins, elles » s'écartent entre elles et dilatent la cavité de l'espèce de pompe ainsi » constituée. *Une paire* de ces muscles aspirateurs s'insère sur les côtés » de la boîte cartilagineuse dont je viens de parler et s'étend transversalement jusqu'aux parties latérales de l'indosquelette; *un* autre faisceau » charnu naît de la face supérieure de cet organe et va prendre son point » d'appui sur la partie dorsale du système tégumentaire, vers le milieu du » thorax... »

§ VI.

INTESTIN MOYEN.

L'intestin moyen est logé en partie dans le céphalothorax, en partie dans l'abdomen. Nous le diviserons donc, pour faciliter son étude, en deux portions : la *portion céphalothoracique* et la *portion abdominale*.

Portion céphalothoracique (1).

C'est cette portion émettant des cœcums rayonnants et qui donne au tube digestif des Aranéides un aspect si caractéristique. Chez les Tégénaires elle a été très-mal étudiée par Treviranus dont le dessin malheureusement plusieurs fois reproduit est fait d'après des organes mutilés, puis revue et représentée partiellement avec plus d'exactitude par Lyonet sous le nom de système nerveux! Brandt et Grube l'ont assez bien interprétée chez d'autres genres.

---

(1) Dans ma notice intitulée : *Note sur les phénomènes de la digestion et sur la structure de l'appareil digestif chez les Phalangides* (Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 2^e série, t. XLII, n° 11, 1876), j'ai prouvé, entre autres choses, que les cœcums du tube digestif des faucheurs répondent à la glande abdominale (prétendu foie) des Aranéides. Mais à côté de cela s'est glissée une petite erreur ; j'ai considéré (pp. 732 et 748) les cœcums céphalothoraciques des Aranéides comme appartenant à l'intestin buccal ; bien que cette erreur n'eût pas une grande importance, je tiens à la rectifier : la portion céphalothoracique et ses cœcums appartiennent positivement à l'intestin moyen.

Enfin M. Leydig l'a examinée sommairement, au point de vue histologique et chez quelques jeunes.

Quant aux Tétrapneumones, je citerai les travaux de Dugès, Wasmann et M. Blanchard.

J'établis intentionnellement une distinction entre ces deux groupes de recherches ; ainsi que je l'ai dit dans l'Avant-propos, il faut réagir contre la tendance générale des traités d'anatomie comparée à appliquer à l'ensemble des Aranéides ce qui a été décrit chez les Mygales. Il y a là une véritable erreur pouvant donner lieu à bien des mécomptes ; j'ai, moi-même, perdu beaucoup de temps à vouloir retrouver, chez les Dipneumones, une disposition qui n'y existe pas (1).

La description qui suit de cette partie du tube digestif des Tégénaires est le résumé de nombreuses observations effectuées chez des adultes, confirmées par l'étude des jeunes et comparées aux dispositions offertes par des espèces appartenant à d'autres genres. Je crois donc pouvoir la considérer comme la première description exacte et complète.

---

(1) N'ayant point eu l'occasion, très-rare, du reste, de disséquer des Mygales fraîches, je ne puis me porter garant de l'exactitude de certains faits admis. Quoi qu'il en soit, voici, d'après les planches de M. Blanchard, le travail de Wasmann et le résumé de M. Milne Edwards, la disposition chez les Mygales :

1° L'intestin moyen fournit, à son origine, deux branches courbes, *s'anastomosant entièrement* à leur extrémité antérieure, de façon à former un anneau elliptique complet, dorsal, situé au-dessus de la cloison chitineuse du céphalothorax.

2° Il naît de cet anneau dix tubes, savoir : deux en cœcums, antérieurs soit courts, soit longs, dirigés vers les bases des pattes-mâchoires, et de chaque côté, isolément, quatre tubes longs se dirigeant d'abord vers les bases des pattes ambulatoires, se recourbant ensuite vers le bas et en dedans et, enfin, ou bien se *ramifiant et s'anastomosant entre eux* (Wasmann), ou bien *débouchant tous dans une poche commune inférieure* située sous la cloison du céphalothorax (Blanchard).

3° Sous la portion annulaire s'observe une masse glandulaire (?) formée de tubes pelotonnés (Blanchard), dont on ne connaît pas encore bien les connexions avec le tube digestif.

Au point de vue de la situation et des rapports, il est important de se rappeler que l'appareil de succion repose sur la cloison chitineuse du céphalothorax; que sous cette dernière se rencontre la portion centrale radiée du système nerveux et, nous ajouterons, enfin, qu'en dessous de l'étoile nerveuse, entre elle et la plaque sternale, existe une couche plus ou moins épaisse d'un tissu cellulaire mou dont nous parlerons un peu plus loin à propos des cœcums.

J'ai dit (page 147) qu'à la partie postérieure de l'organe de succion, s'observe un tube relativement court d'où naît directement l'intestin moyen. Ce dernier, notablement plus large, dès le début, émet à droite et à gauche, dans un plan à peu près horizontal et situé au-dessus de la cloison chitineuse du céphalothorax, deux branches symétriques d'un diamètre sensiblement analogue à celui de l'intestin dont elles proviennent. Ces branches, dirigées en avant, s'écartent d'abord, puis forment un angle avec leur direction primitive et convergent l'une vers l'autre, de façon à constituer, non un anneau, comme les termes usités de portion annulaire, estomac annulaire, semblent l'indiquer, mais une sorte de cadre en losange, en grande partie rempli par l'organe de succion et ses muscles (fig. 14, pl. I). De ce cadre naissent, comme disposition générale, dix tubes en cœcum, dont deux antérieurs et huit latéraux.

Les *deux cœcums antérieurs* qu'il faut regarder comme les éléments terminaux des branches de l'intestin moyen, toujours plus ou moins renflés de manière à former sac, ont donné lieu à des discussions stériles, résultant simplement de ce que leur disposition varie d'un genre à l'autre et que, encore une fois, on a voulu appliquer à l'ensemble des Aranéides le résultat fourni par un seul type.

Bien que je doive revenir sur ce sujet dans les études qui constituent la seconde partie de ce travail, je résumerai en quelques mots les différentes dispositions que j'ai observées.

A. Cœcums très-courts, petits, convergeant l'un vers l'autre, soudés l'un à l'autre par leurs extrémités, mais ne communiquant pas; la soudure des tuniques formant cloison (Argyronète) (1).

B. Disposition voisine de la précédente (Clubione).

C. Cœcums courts, larges, très-renflés, contigus, ne communiquant pas (Amaurobie).

D. Cœcums très-longs, à capacité relativement considérable, atténués à l'extrémité, parallèles, contigus sur une partie de leur longueur, ne communiquant pas (Épéires) (2).

E. Cœcums fusionnés en un seul sac, long, quadrilatère, à grande capacité, offrant une légère échancrure à l'extrémité antérieure, trace des deux poches distinctes qui lui ont donné naissance (fig. 2 *c* et 2 *bis*, pl. I) (Tégénaires, Agélènes, Lycoses vraies). C'est le seul cas où l'on puisse dire que l'anneau ou losange est réellement fermé.

L'étude des jeunes Aranéides, peu de temps après l'éclosion, alors que leur corps est encore transparent, est des plus instructives au point de vue de la portion céphalothoracique de l'intestin moyen. Chez les jeunes Tégénaires, on voit déjà les deux cœcums antérieurs fusionnés à leur extrémité; mais ils ne sont pas encore dilatés sous forme de sac unique (fig. 17, pl. I).

---

(1) Déjà brièvement signalé par Grube (*Einige resultate*, etc., op. cit., p. 299).

(2) *Id.*, *ibid.*

Les huit cœcums latéraux ne naissent point régulièrement des deux branches latérales comme les rayons d'une étoile, c'est-à-dire de la manière simple signalée chez les Mygales (1), ou représentée fautivement par Brandt et ses traducteurs chez les Épéires. Dès 1855, M. Leydig s'assurait que chez les jeunes de *Lycosa saccata* et chez un *Theridium*, des groupes de deux cœcums pouvaient procéder d'un tronc commun (2). En 1863 Claparède a plus ou moins indiqué le même fait dans des figures de jeunes Lycoses qui venaient d'éclore (3).

Les Tégénaires offrant la disposition la plus commune, je me bornerai ici à la décrire chez cette forme. Je reviendrai sur ce sujet à propos des autres groupes. Je numérote les cœcums latéraux, d'avant en arrière, 1, 2, 3, 4. Chez les jeunes (fig. 17, pl. I), comme chez les adultes (fig. 2 et 14), ils prennent naissance comme suit : 1 et 2 d'un tronc commun, puis séparément 3, puis 4.

Les cœcums latéraux n'ont point le même diamètre sur toute leur longueur; ainsi, ils offrent toujours une portion renflée très-près de leur origine dans ceux de première paire, à une certaine distance de cette origine pour les autres. Tous se dirigent en rayonnant et en s'incurvant en bas, vers les coxopodites des pattes ambulatoires, dans la cavité spacieuse desquels ils pénètrent réellement, ainsi que le prouvent non-seulement les dissections d'adultes (fig. 2, pl. I), mais l'examen direct des jeunes encore transparents (fig. 16, pl. I) (1). Là chaque cœcum un peu renflé se replie brusquement en formant un angle prononcé, de manière à tourner son extrémité vers la ligne médiane sternale.

---

(1) Voyez la note I de la page 151.

(2) *Zum feineren Bau der Arthropoden*, etc., op. cit., pp. 447 et 448.

(3) *Études sur la circulation chez les Aranées du genre Lycose* (Mém. de la Soc. de physique et d'histoire naturelle de Genève, t. XVII, 1re partie, 1863, fig. 1 et 2).

Ici trois cas peuvent se présenter :

1° L'extrémité reployée des cœcums est très-courte et ne dépasse pas les limites des coxopodites; observée par transparence chez les jeunes, elle forme un simple crochet (fig. 16); isolée, chez les adultes, elle rappelle, par la forme, un pied ou une tête de marteau (fig. 15) (Tégénaire, Clubione, Amaurobie, Argyronète, Lycose);

2° L'extrémité reployée des cœcums est plus longue, elle occupe une certaine étendue de la face sternale des viscères, sous le tissu mou sous-jacent au système nerveux (Agélènes);

3° Les prolongements ventraux des cœcums sont très-longs, ils se rencontrent sur la ligne médiane et quelques-uns s'entre-croisent même un peu par leurs extrémités (Épéires).

On voit déjà, par ce qui précède, combien il faut répéter de dissections délicates pour arriver à la connaissance de ces détails. J'exposerai maintenant comment on s'assure si les cœcums sont bien réellement clos ou s'ils communiquent avec une cavité quelconque.

---

(1) Voyez, au sujet de cette pénétration représentée chez des jeunes, l'ouvrage de Claparède cité ci-dessus et son autre travail : *Recherches sur l'évolution des araignées* (Mém. de la Soc. des Arts et des Sciences d'Utrecht, 1862, pl. VI, fig. 48).

Je ferai d'abord remarquer que chez les jeunes nouvellement éclos observés par transparence, toutes les parties principales de la portion thoracique de l'intestin moyen sont nettement visibles, parce qu'elles sont encore remplies par le vitellus fortement coloré et non assimilé; que, par conséquent, une poche infrathoracique, située sous le système nerveux et où aboutiraient les cœcums serait remplie de la même substance et immédiatement reconnue. Or, Claparède qui a étudié le développement des *Pholcus*, des *Clubiones*, des *Lycoses* et des *Épéires* avec beaucoup de soin, n'indique rien de semblable et, moi-même, j'ai toujours vu les appendices de l'intestin moyen clos et libres à leur extrémité chez les jeunes nombreux que j'ai dessinés.

La vérification du même fait, pour les Dipneumones adultes, a une grande importance, en présence de ce qui a été décrit chez les Mygales (voyez la note de la page 151) : Supposons, en premier lieu, le cas d'une espèce, comme la Tégénaire domestique, dont les cœcums ne se prolongent pas à la face inférieure du corps. Fixons l'animal sur le dos, et enlevons avec soin la plaque sternale du céphalothorax. Nous rencontrons, immédiatement sous cette plaque, d'abord une mince membrane parfois pigmentée, doublant les téguments, puis une couche d'un tissu léger, ordinairement blanc jaunâtre, translucide, laissant deviner, par transparence, le groupe nerveux étoilé (fig. 20 *d*, pl. I). Ce tissu qu'on détache facilement sous la forme d'une plaque mince ayant les contours du plastron sternal, se compose de volumineuses cellules (fig. 21 et 22), tantôt sphériques, tantôt elliptiques, quelquefois très-allongées, remplies de globules incolores ou jaunâtres que l'éther attaque positivement, qui diminuent de volume sous l'action de ce liquide et que la soude caustique étendue dissout en respectant quelque temps les parois cellulaires. Ces cellules ont un noyau circulaire sans caractère spécial, ne se teignant pas ou se teignant fort peu, par les réactifs colorés. Le tout est enveloppé par une fine membrane et parsemé de nombreux noyaux à nucléoles se colorant en rose vif par le picrocarmin et qui ne sont autre chose que des globules sanguins de l'Araignée provenant des courants ventraux (1). Il est commun d'y voir des cellules en voie de division transversale et l'on peut y observer parfois toutes les gradations, depuis la cellule contenant simplement quelques granules incolores, jusqu'à la cellule déformée remplie de globules graisseux irréguliers.

Ce n'est point une glande ou une couche glandulaire; il n'existe aucune trace de canaux excréteurs; les cellules offrent, chez le même individu, la plus grande diversité dans les dimensions, souvent une assez grande diversité dans la forme. Nous n'avons ici autre chose qu'un tissu conjonctif graisseux qui, chez l'Argyronète, sert de support à un réseau trachéen d'une excessive richesse; c'est-à-dire du tissu adipeux (2).

Supposons actuellement le cas d'une espèce dont les cœcums latéraux se prolongent ventralement. En opérant de même, en enlevant la plaque sternale, nous trouverons, immédiatement en dessous d'elle, les huit bouts des cœcums convergeant vers la ligne médiane et appliqués sur le coussin de tissu adipeux que nous venons de décrire. Grâce à un peu d'adresse, on réussit, sans rien déranger, à détacher cette couche cellulaire et les huit extrémités de tubes qui y sont accolées, et à porter le tout sous le microscope; on peut s'assurer alors, en employant des moyens variés, que les extrémités de tous ces tubes sont parfaitement closes, que ce sont des cœcums véritables. Ces extrémités sont maintenues par quelques brides musculaires délicates auxquelles adhèrent des cellules du tissu adipeux; mais jamais on ne voit les cœcums se prolonger dans le tissu en question ou en recevoir le moindre canal. Bien plus, on peut, avec des précautions convenables, isoler les cœcums, les détacher du tissu sur lequel ils reposent, et cela sans la moindre rupture de l'extrémité. Toute compression modérée d'un cœcum isolé amène l'écoulement de son contenu par le point où le tube se reliait au reste de l'intestin moyen, et, dans aucun cas, par l'extrémité distale ou sternale (fig. 15, pl. I).

---

(1) Voyez, à propos de ces courants : Claparède, *Études sur la circulation des Aranees du genre Lycose* (Mém. de la Soc. de physique et d'histoire naturelle de Genève, t. XVII, 1^re^ partie, 1863).

(2) Grube (*Einige Resultate*, etc., op. cit., p. 299) semble faire allusion à ce tissu adipeux lorsqu'il dit : « Des masses semblables à de la graisse » pure, mais en petite quantité, s'observent aussi dans le céphalothorax » des Arachnides. »

Nous sommes donc autorisés à affirmer que, chez les Dipneumones, les tubes rayonnants de l'intestin moyen sont bien des *cœcums* et qu'ils ne communiquent avec aucune cavité ou poche accessoire inférieure (1).

La coloration de la portion annulaire et de ses cœcums varie beaucoup d'une espèce à l'autre; du blanc de craie au brun en passant par le verdâtre, le jaunâtre, le rosé, etc.

---

(1) Sous ce rapport, ils sont donc plus ou moins comparables à ceux des Phrynes et des Thelyphones.

Elle peut même différer d'un individu à l'autre chez la même espèce; c'est ainsi que, chez l'*Amaurobius atrox*, j'ai constaté le brun, le rose brunâtre et le blanc pointillé de brun. La présence d'un pointillé foncé principalement accumulé à l'extrémité des deux cœcums antérieurs est, du reste, chose fréquente et j'en donnerai l'explication bientôt. Les cœcums des Tégénaires sont ordinairement d'un blanc jaunâtre, parfois pointillés de gris brunâtre.

Il nous reste à résumer le résultat de nos observations histologiques sur cette partie du canal alimentaire : L'excessive délicatesse des cœcums et la facilité avec laquelle ils se rompent et s'altèrent nous expliquent le petit nombre de données recueillies jusqu'à présent. M. von Siebold se borne à dire : « les parois de l'estomac » des Aranéides contiennent des cellules finement granulées qui, à la lumière réfléchie, sont d'une couleur » lactée et sécrètent peut-être une sorte de fluide gastrique (1). » M. Leydig s'exprime ainsi : « l'estomac » annulaire du céphalothorax avec ses prolongements est » connu depuis longtemps, il a généralement une couleur » blanche (2), couleur qui est due au contenu graisseux » des cellules (3). »

Il est absolument nécessaire, pour réussir, d'ouvrir rapidement l'Arachnide par la face dorsale, de détacher immédiatement soit un des cœcums, soit une portion plus grande du système et de porter sous le microscope avant que l'action de l'eau, dans une dissection prolongée, ait altéré ce qu'il y a peut-être de plus altérable dans tout l'organisme des Aranéides. On observe dans ce cas : 1° l'absence complète et constante de tunique musculaire. L'absence ou, plus loin, le faible développement de la musculature constituent, du reste, selon moi, le caractère histologique principal qui distingue l'ensemble de l'intestin moyen des Aranéides de celui des Insectes, des Myriapodes et des Crustacés.

---

(1) *Manuel d'anatomie comparée*, op. cit., t. I, p. 515 (en note).

(2) Il résulte de mes nombreuses observations que la couleur blanche proprement dite est, au contraire, une exception.

(3) *Zum feineren Bau der Arthropoden*, op. cit., p. 147.

2° Une tunique propre très-mince, hyaline, chargée de noyaux brillants très-petits.

3° Une couche simple de cellules épithéliales. Dans les circonstances les plus favorables, ces cellules relativement volumineuses, en prismes à six pans à extrémités arrondies (épithélium cylindrique), ont des parois d'une délicatesse excessive, un protoplasme transparent, vitreux, un noyau arrondi, granuleux, très-net, mat, renfermant un petit nucléole clair (fig. 18, pl. I). Mais, très-fréquemment, le protoplasme cellulaire est chargé de nombreux et fins globules d'aspect huileux qui, suivant les espèces, sont incolores ou colorés, et, de plus, on voit tantôt d'innombrables globules ou granules réfringents en traînées, encadrant le contour des cellules, tantôt des amas de corpuscules graisseux très-colorés, constituant des groupes presque opaques qui, aux faibles grossissements, donnent aux cœcums l'aspect pointillé dont j'ai parlé plus haut (fig. 19). Enfin les cellules épithéliales peuvent être masquées encore davantage par la présence (en dehors des cellules) d'une quantité énorme de globules graisseux colorés en jaune, en rose, etc., volumineux, irréguliers, presque anguleux.

Le liquide qui s'écoule des cœcums charrie tous ces éléments et souvent de grosses gouttes huileuses colorées.

4° L'absence complète de cuticule.

Portion abdominale.

Avant d'aborder l'examen de cette portion du canal alimentaire, il nous faut rappeler un détail de la disposition du système musculaire qui seul permet de comprendre la progression des matières en digestion dans l'intestin moyen abdominal.

Les naturalistes ont signalé, depuis longtemps, à la face dorsale des téguments de l'abdomen, une double série de points enfoncés dont le nombre total s'élève souvent à huit. Treviranus les a pris fautivement pour des stigmates (1). A la face ventrale de l'abdomen, entre l'orifice génital et les filières, on observe des dépressions analogues, mais plus rapprochées et souvent réunies deux à deux par de petits sillons transversaux. A ces points enfoncés répondent de légères saillies internes de la peau servant d'insertion à des muscles à peu près verticaux, s'étendant de la face ventrale de l'abdomen à sa face dorsale. Ces *muscles transversaux,* ainsi que les appelle Wasmann (2), *muscles perforants* pour Léon Dufour, ou *piliers musculaires*, suivant M. Blanchard (3), placés dans l'intérieur du corps, à droite et à gauche de l'intestin moyen, traversent la masse de la glande abdominale (foie des auteurs) par des fentes ou canaux disposés à cet effet. On a répété partout que ces muscles étaient grêles : c'est une erreur; la figure de la Mygale publiée par M. Blanchard et mes propres observations sur les Dipneumones m'autorisent à dire que ces muscles, ceux des deux paires antérieures surtout, sont assez volumineux. On a dit aussi, avec raison, que « très-probablement ces animaux » peuvent, à l'aide de cet appareil, comprimer leur » abdomen dans divers sens (1), » et M. Blanchard a observé effectivement des mouvements d'élévation et d'abaissement des parois abdominales du Scorpion. Chez les Aranéides dipneumones, la compression déterminée par les piliers musculaires a lieu de haut en bas et est considérable. Faites une légère incision latérale à l'abdomen et la substance de la glande abdominale fera immédiatement hernie; faites deux longues ouvertures à droite et à gauche et la masse des viscères sera en quelque sorte exprimée, tandis que les téguments dorsaux se creusant profondément, suivant des sillons transversaux dirigés d'une insertion musculaire à l'autre, se rapprocheront notablement de la paroi ventrale.

---

(1) *Ueber den innern Bau der Arachniden*, etc., op. cit., p. 24.

(2) *Beiträge zur Anatomie der Spinnen*, op. cit., p. 136.

(3) *L'organisation du règne animal* (*Arachnides*), p. 231.

Il faut des motifs à l'existence de ces muscles qui n'ont guère d'analogues chez les autres articulés. M. Blanchard leur fait jouer, chez le Scorpion, un premier rôle dans la circulation et un deuxième rôle important dans l'expiration (2). Tout en admettant cette manière de voir, j'estime que les piliers musculaires pouvant aussi, par une action non simultanée de leurs paires successives, comprimer l'abdomen d'avant en arrière, doivent produire, comme effet, la progression des liquides dans l'intestin moyen abdominal et compenser ainsi l'insuffisance évidente et que je ferai ressortir, de la tunique musculaire de cette portion du tube digestif. Enfin, on peut encore ajouter que, chez les femelles, ils déterminent évidemment l'expulsion des œufs. Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer l'abdomen à parois lisses avant la ponte à l'abdomen du même individu déprimé et à points fortement enfoncés après cet acte.

---

(1) Von Siebold. *Manuel d'anat. compar.* Tr. franç., t. I, p. 499.

(2) *L'organisation du règne animal* (*Arachnides*), pp. 75 et 94. (*Scorpion.*)

La portion abdominale de l'intestin moyen qui a été étudiée avec grand succès au point de vue macroscopique par Dugès, Wasmann et M. Blanchard chez les Mygalides, est restée, jusqu'à présent, fort mal connue chez les Dipneumones; en effet les figures ou les descriptions qu'en donnent Ramdohr, Treviranus, Marcel de Serres, Lyonet et Brandt sont tout à fait erronées ou très-insuffisantes.

La difficulté avec laquelle on isole l'intestin moyen de la masse molle de la glande abdominale qui l'enveloppe à peu près de toutes parts ne permet pas de se faire une idée nette de son parcours et de ses rapports sans effectuer des coupes longitudinales ou transversales de l'abdomen. Ces coupes impossibles à l'état frais et même par les procédés ordinaires, s'effectuent, au contraire, aisément, sans déranger les organes, en appliquant aux Aranéides le moyen ingénieux imaginé par notre savant ami M. le D^r^ Léon Fredericq pour conserver les centres nerveux, le foie, etc., des vertébrés avec tous leurs détails et sans changements de volume (1). Voici, en quelques mots très-suffisants, la façon dont j'ai procédé :

1° Immersion de l'araignée (au moment de la capture) dans de l'alcool additionné de la moitié de son volume d'eau; séjour dans ce liquide pendant quatre jours;

---

(1) *Communication préalable sur quelques procédés nouveaux de préparation des pièces anatomiques sèches* (Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique, 2^e^ série, t. XLI, n° 6, juin 1876).

2° Immersion dans l'alcool ordinaire pur durant quatre jours;

3° Immersion dans l'essence de térébenthine pendant quatre jours;

4° Immersion, pendant une heure, dans un bain de paraffine fondue, chauffé au bain-marie (la paraffine se substitue à l'essence de térébenthine dans l'épaisseur des tissus);

5° Inclusion du corps de l'animal, en position convenable, dans quelques gouttes de paraffine fondue versée dans un petit moule de papier (1);

6° Laisser refroidir et solidifier complétement, effectuer les coupes au rasoir;

7° Traiter les tranches obtenues par l'essence de térébenthine qui redissout la paraffine et donne la transparence voulue;

8° Monter au baume du Canada.

L'opération est longue, mais elle est très-facile. Les coupes ainsi obtenues sont parfois fort belles; c'est en réunissant les éléments fournis par plusieurs d'entre elles que j'ai pu dessiner la figure 1, pl. I qui, malgré tous ses détails, n'a rien de schématique.

Dans l'abdomen, l'intestin moyen placé suivant le plan médian, situé, d'une part, sous le vaisseau dorsal et une partie de la glande abdominale (foie des auteurs) et, d'autre part, au-dessus des organes génitaux, offre quelques courbures dans le sens vertical (fig. 1), mais n'en décrit aucune dans le sens transversal. Ainsi, après son passage par le pédicule, il s'élève obliquement, atteint un point culminant situé au premier tiers de l'abdomen, environ, puis redescend, en s'incurvant légèrement, jusqu'à la poche stercorale. On peut dire que, dans ce trajet, il suit, chez les femelles, la courbure générale des ovaires. Je n'ai point observé l'anse fortement accusée que Dugès, Wasmann et M. Blanchard figurent chez les Mygalides. Dix-huit coupes verticales et transversales successives effectuées sur l'abdomen d'une même Tégénaire, m'ont permis de vérifier à cet égard ce que m'avaient donné les coupes longitudinales.

---

(1) Ranvier. *Traité technique d'histologie*, p. 92.

Relativement assez étroit en traversant le pédicule abdominal, l'intestin moyen s'élargit vers le sommet de sa courbure d'une manière notable, sur une petite partie de sa longueur, reçoit en cet endroit, par de larges orifices placés dorsalement, les canaux excréteurs de la glande abdominale, se rétrécit de nouveau, puis présente une augmentation à peu près graduelle de diamètre jusqu'au voisinage de la poche stercorale où commence l'intestin terminal (fig. 1 et 2, pl. I).

La portion dilatée où aboutissent les canaux excréteurs de la glande abdominale a été considérée par Brandt comme un estomac postérieur (Hintermagen) (1).

Une petite question de détail, mais d'une certaine importance cependant, à cause des difficultés pratiques que rencontre la solution, consistait à déterminer le véritable nombre de bouches de canaux excréteurs s'ouvrant dans cette région. Treviranus représente quatre larges troncs chez l'*Amaurobius atrox*. Chez les Mygalides, Dugès en figure huit s'ouvrant isolément, Wasmann un grand nombre (quatorze), mais aboutissant par quatre troncs communs en tout. Enfin M. Blanchard indique aussi quatre branches principales. Ce dernier résultat est également celui auquel m'ont conduit mes dissections de Tégénaires (fig. 2 et 23, pl. I). La région dilatée de l'intestin moyen abdominal offre quatre prolongements latéraux courts en entonnoirs, dont les extrémités se subdivisent en plusieurs branches qui ne sont que les terminaisons des canaux excréteurs proprement dits (1).

---

(1) *Medizinische Zoologie*, op. cit., p. 89.— *Ann. des Sc. nat. Zoologie*, 2e série, t. XIII, 1840, p. 182.

L'étude histologique de l'intestin moyen ne manque pas d'intérêt. J'ai déjà dit, page 30, que les cœcums de la portion thoracique ne présentent aucune trace de tunique musculaire. Si l'on examine au même point de vue la portion abdominale, on observe dans la partie dilatée où s'abouchent les canaux excréteurs (fig. 23, pl. I) de fines stries longitudinales et transversales se prolongeant à la surface des entonnoirs latéraux, ne disparaissant ni par compression, ni par l'action des réactifs; elles semblent être des cylindres musculaires très-grêles, très-simples, dans lesquels je n'ai pas réussi à voir de strié. Au delà et, jusque dans le voisinage de la poche stercorale, on ne voit absolument rien à l'état frais qu'une tunique propre mince, lisse et l'épithélium interne. Après une macération de vingt-quatre heures dans la liqueur de Müller, on obtient l'indication, encore très-indécise, de fibres musculaires transverses. Enfin, dans la région incurvée autour de la poche stercorale, une grosse Tégénaire m'a montré aussi des indices d'une tunique musculaire excessivement peu accusée (fig. 24, pl. I).

---

(1) On verra dans la seconde partie que le nombre des orifices peut être plus considérable dans d'autres genres.

Ce faible développement, et j'ai été un instant tenté de dire l'absence de tunique musculaire à l'intestin moyen, quoique très-exceptionnel chez un articulé, n'est point une illusion résultant d'observations insuffisantes; deux faits le prouvent nettement :

1° L'intestin *terminal* offre une tunique musculaire normalement développée; on l'observe immédiatement. Or on la voit s'atténuer et cesser en quelque sorte au point de jonction avec l'intestin moyen (fig. 35, pl. I);

2° Placez, à l'état frais, côte à côte, sur le même porte-objet du microscope, un intestin moyen de Tégénaire, et celui d'un insecte de petite taille, d'une mouche domestique, par exemple. L'intestin de l'insecte montre clairement la musculature transversale sous forme de cylindres musculaires nets, tandis que l'intestin d'Aranéide n'offre rien de semblable. L'addition d'alcool faible exagère encore la différence. Exercez une compression; les deux tubes se vident en partie; l'intestin de mouche laisse voir alors ses cylindres musculaires longitudinaux grêles bien connus, l'intestin d'Aranéide ne montre encore une fois que sa tunique lisse.

De là, pour la progression des matières en digestion dans l'intestin des araignées, la nécessité d'une force autre que la contractilité des parois et, par conséquent, ainsi que je le donnais à entendre plus haut, l'explication de l'un des rôles probables des piliers musculaires de l'abdomen.

La portion abdominale de l'intestin moyen, comme les cœcums thoraciques, est tapissée par un épithélium cylindrique, mais à cellules plus volumineuses, plus résistantes, plus aisément visibles. Ces cellules sont hyalines à noyaux très-nets et chargées de globules presque incolores, fins et brillants (fig. 25, pl. I). Comme chez beaucoup d'Arthropodes la cuticule fait défaut dans tout l'intestin moyen.

Glande abdominale. On sait que la glande abdominale des Aranéides a été regardée successivement comme un estomac par Ramdohr, comme un énorme corps adipeux par Treviranus (1), Straus-Durckheim, Audouin, Grube et Wasmann, comme un foie par Marcel de Serres, Brandt, Dugès, Jones, Blanchard et une nombreuse série d'auteurs généraux. Je démontrerai expérimentalement dans la partie physiologique de ces recherches que cette dénomination de foie, quoique plus voisine de la vérité puisqu'elle suppose une sécrétion, n'est cependant pas exacte. Mais ce n'est pas ici le lieu de discuter une question dont j'ai déjà indiqué la solution dans un travail antérieur (2) et sur laquelle je reviendrai largement dans la III^{me} partie. Nous nous bornerons donc, dans ce paragraphe, à l'étude anatomique de l'organe.

La glande abdominale remplit une grande partie de l'abdomen des Aranéides; elle occupe les régions dorsales et latérales. Convexe au-dessus, elle est en contact avec les téguments; concave en dessous, elle recouvre l'intestin, les organes génitaux et les glandes séricigènes. Elle est traversée en tous sens par les ramifications des tubes de Malpighi (fig. 26, pl. I).

---

(1) Treviranus a changé plus tard d'opinion.

(2) *Note sur les phénomènes de la digestion et sur la structure de l'appareil digestif chez les Phalangides* (BULLET. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, 2^{e} série, t. XLII, n° 11, 1876, pp. 748 et 749).

En enlevant avec soin les téguments dorsaux de l'abdomen, on voit la glande abdominale avec les caractères suivants : Sa surface est lisse, granitée chez beaucoup d'Aranéides de petits points blancs serrés, vus par presque tous les auteurs, et formant parfois des zones assez étendues produisant des dessins qui, chez les Épeires, par exemple, répètent les taches colorées pâles de la peau. Cette même surface est découpée, par une infinité de petits sillons, en petits espaces irrégulièrement polygonaux et offre, sur la ligne médiane, dans de nombreux genres (1), une large gouttière occupée par le vaisseau dorsal (fig. 54, pl. I) et à droite et à gauche de laquelle s'observent souvent avec netteté, les perforations livrant passage aux piliers musculaires. Sa couleur varie beaucoup; bornons-nous à signaler ici celle de la glande chez les Tégénaires où elle est habituellement d'un gris rosé.

Lyonet avait déjà fait quelques tentatives pour déterminer la texture de la glande; ainsi il battait sa substance dans l'eau avec un pinceau et isolait des tubes qui n'étaient autre chose que les tubes de Malpighi (2). Marcel de Serres a eu le mérite d'avoir nettement reconnu l'existence de nombreux cœcums glandulaires (3), ce que tous les observateurs venus après lui ont vérifié. Ces cœcums ont été décrits et figurés par Dugès et Wasmann et représentés en dernier lieu par M. Blanchard chez les Mygales. Leur composition intime a été plus ou moins étudiée par

---

(1) Non chez tous. C'est-à-dire que chez quelques genres, le vaisseau dorsal lui-même est recouvert et caché par la glande. (Voyez la II^e partie.)

(2) *Anatomie de différentes espèces d'insectes* (Mém. du Muséum, t. XVIII, 1829, p. 408).

(3) *Sur les usages du vaisseau dorsal*, suite. Op. cit., p. 94.

Jones (1); mais c'est en vain qu'on chercherait dans les ouvrages (autrement que pour l'aspect extérieur) une figure ou une description nette. Il semble que tous les observateurs se sont laissé rebuter par les difficultés pratiques et, cependant, en faisant quelques efforts de plus, ils auraient rencontré une disposition assez intéressante pour les payer de leurs peines.

Vu l'opacité du contenu des cœcums, il faut éviter l'examen microscopique de la glande abdominale chez les grands individus et s'adresser de préférence à ceux qui n'ont atteint que le tiers ou la moitié de leur taille définitive. Il est d'abord facile de s'assurer, en plaçant une petite portion de la glande sous un verre à couvrir dont on empêche la pression par l'interposition de quelques fragments de cheveu, qu'elle est constituée par des cœcums presque cylindriques résultant de la subdivision de saccules plus importants (fig. 27, pl. I). On constate aussi, sans difficulté, que les parois sont formées par une tunique simple, transparente, sans trace de revêtement musculaire.

Avec un grossissement de 300 diamètres, les cœcums frais sont à peu près opaques, toute compression écrase leur contenu et le rend méconnaissable; il fallait donc employer un artifice : Après bien des tâtonnements, j'avais obtenu une série de résultats et pu faire de nombreux dessins en examinant de petits fragments de la glande de jeunes individus dans un liquide composé de glycérine 1, eau 3, plus une trace d'acide acétique. Sous l'influence de ce réactif, on obtient une plus grande transparence, les cellules se contractent un peu, mais gagnent énormément en résistance (fig. 28 et 29); cependant, l'épithélium sécrétoire que j'observais ainsi, s'éloignait si fortement des dispositions admises, que j'eus recours ensuite à l'acide osmique. J'ai varié à dessein la manière de procéder; l'immersion de la glande durant dix ou quinze minutes dans l'acide osmique à $^1/_2$ pour cent ou à $^1/_{10}$ pour cent, puis, parfois, après le séjour dans l'acide osmique, l'immersion durant vingt-quatre ou quarante-huit heures dans le picrocarmin très-étendu. Non-seulement, j'ai obtenu à très-peu près les mêmes résultats que par la glycérine étendue et acidifiée, mais, prévenu et dirigé par ces expériences, j'ai pu vérifier l'exactitude de mes observations sur des cœcums soustraits à l'action de tout réactif.

---

(1) *On the structure and developpement of the Liver.* (Philos. Trans. 1849, part. I, p. 116)

Voici, en résumé, la structure de l'épithélium : Il forme à la partie interne de la tunique propre, une seule couche de longues cellules cylindriques quelque peu renflées (cellules en massues) dirigées de la périphérie vers l'axe (fig. 30 et 31). Ces cellules diffèrent surtout de celles des cœcums de la glande analogue des Crustacés décapodes, en ce qu'elles ne sont point serrées et rendues polygonales par compression mutuelle. Elles sont nettement distantes les unes des autres, ce qui est d'autant plus facile à voir que chaque cœcum n'en renferme pas un grand nombre. Entre elles n'existe qu'nne matière finement granuleuse et c'est inutilement que l'on cherche entre leurs bases des éléments histologiques de forme quelconque.

Le contenu des cellules est constitué par un protoplasme incolore tenant en suspension : 1° de très-petits globules transparents formant une fine poussière (fig. 33*a*, pl. I); 2° de nombreux globules graisseux à peu près sphériques, plus volumineux, dont la coloration varie beaucoup, suivant les espèces et même parfois les individus. Ils sont en général jaunes ou jaunâtres chez les Tégénaires. Sous l'influence de l'acide osmique, on distingue deux variétés de ces globules graisseux, les uns, jeunes, sont jaunes, pâles, transparents (fig. 33, *b*) et se colorent encore, à la longue, faiblement en rose par le picrocarmin étendu; les autres plus vieux, plus volumineux, sont brunâtres et ont une mince pellicule d'enveloppe, parfois un peu ratatinée (fig. 33, *c*), incontestable parce qu'elle n'est que rarement visible tout autour du globule et se montre comme un petit sac renfermant un globule ayant subi un léger retrait. Enfin, 3°, il n'est pas rare d'observer, chez les Aranéides, des cellules épithéliales contenant, en outre, des concrétions plus ou moins irrégulières d'un brun foncé, produisant, dans les cœcums observés à un très-faible grossissement, un pointillé tout spécial.

Quant au noyau des cellules à sécrétion, l'accumulation de tous ces globules ne permet de le voir que dans des cellules isolées après l'action successive de l'acide osmique et du picrocarmin. Tandis que les globules graisseux se colorent peu ou point, le noyau prend une teinte d'un rose vif (fig. 32, pl. I). Il est circulaire, mat, petit, situé vers la base de la cellule et contient un petit nucléole.

Faute d'employer les précautions spécifiées ci-dessus, on n'arrive qu'à un résultat absurde; ainsi si l'on se borne à examiner la glande dans l'eau, les cellules se détachent et deviennent sphériques, se rompent pour un rien et flottent dans une accumulation de granules et de globules rendant tout examen sérieux impossible.

Schlemm a découvert que les cœcums de la glande de l'Écrevisse ont une intima qui en limite la cavité intérieure (1). Karsten (2) et H. Meckel (3) l'ont décrite et figurée à leur tour. M. Leydig a retrouvé la même cuticule dans les cœcums des *Argulus*, *Gammarus*, *Oniscus* (4); enfin j'en ai constaté la présence chez le *Carcinus mœnas*. Je crois pouvoir assurer que rien de semblable ne s'observe chez les Aranéides; fait qui est, du reste, d'accord avec l'absence de cuticule dans l'intestin moyen.

Si maintenant on compare la description que je viens de donner de la texture de la glande abdominale des araignées à celle que j'ai publiée de la composition des cœcums de l'appareil digestif des Phalangides (5), on ne pourra s'empêcher de reconnaître la grande analogie qui existe entre ces organes. De part et d'autre, des cœcums sans tunique musculaire, sans intima, même contenu des cellules, mêmes concrétions, etc. La glande abdominale des Aranéides peut être regardée comme répondant aux cœcums des Phalangides ramifiés et subdivisés.

Il nous reste, à propos de cette glande, à revenir sur un détail signalé plus haut. J'ai rappelé, en effet, que la surface de l'organe est fréquemment granitée de petits points blancs. Dugès avait considéré leur ensemble comme constituant une couche spéciale; mais Wasmann a parfaitement montré qu'ils sont dus à ce fait qu'un grand nombre des cœcums superficiels ont, à l'intérieur, leur sommet occupé par un amas granuleux d'une substance graisseuse soluble dans l'éther, blanche à la lumière, réfléchie et presque noire à la lumière transmise (1).

---

(1) *De Hepate ac Bile crustaceorum et molluscorum.* Berlin, 1844, p. 15.

(2) *Disquisitio microscopica et chemica hepatis et bilis crustaceorum et molluscorum* (*Nova acta Acad. Cæsar. Leop. Carol. naturae curiosorum*, t. XXI, 1^{re} partie, 1845, p. 300).

(3) *Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere* (ARCHIV. DE MULLER, 1846, p. 36, pl. I, fig 13).

(4) *Traité d'histologie*, traduction française, p. 411, fig. 196 et p. 412.

(5) *Note sur les phénomènes de la digestion et sur la structure de l'appareil digestif chez les Phalangides* (BULLET. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, 2^e série, t. XLII, 1876, p. 730, fig. 16 et 17).

J'ai pu aisément vérifier l'exactitude de cette observation : l'extrémité des cœcums superficiels est remplie par une matière grasse incolore, très-finement divisée, et nous verrons, en traitant des Épeires, que des cœcums entiers peuvent être remplis de cette substance.

§ VII.

INTESTIN TERMINAL.

Poche stercorale. — L'intestin terminal serait réduit, à fort peu de chose, s'il n'offrait dorsalement une volumineuse poche de dépôt ou poche stercorale signalée par tous les auteurs depuis Randohr et comparée, avec raison, par Straus-Durckheim au cœcum rectal des Nèpes et des Dytiques parmi les Insectes (2).

Les rapports entre l'intestin et son cœcum n'ont jamais été bien élucidés jusqu'à présent; on en a même donné des figures parfois très-fautives. De plus, personne à ce que je sache, ne s'est occupé de la texture histologique, cependant très-intéressante de cette portion du canal alimentaire.

Le cœcum est toujours situé dorsalement par rapport à l'intestin. Ce n'est point, comme le feraient supposer certaines figures, une dilatation interposée sur le trajet du tube digestif à l'une des extrémités de laquelle aboutirait l'intestin pour en naître de nouveau à l'autre bout, mais une véritable annexe surajoutée. Chez les Aranéides, l'intestin intact suit la face inférieure de la poche stercorale en s'incurvant vers le bas et fournit, en cet endroit, un petit tronc court vertical qui s'ouvre dans la poche en question (fig. 55, pl. I). Ainsi que nous le montrerons, c'est là que commence l'intestin terminal proprement dit. Ce dernier, fort court, aboutit à l'anus percé en forme de fente tranversale au-dessus de la paire de filières supérieures (fig. 1, *g*.).

---

(1) *Beiträge zur Anatomie der Spinnen*, op. cit., p. 148, pl XIII fig. 22.

(2) *Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés.* Paris, 1828, p. 243.

La forme de la poche stercorale varie beaucoup; tantôt elle est presque sphérique, tantôt allongée; nous parlerons de ces formes en décrivant spécialement quelques espèces. Disons seulement ici que, chez les Tégénaires, c'est un sac oblong, arrondi vers son extrémité postérieure, pointu en avant.

La région terminale de l'intestin est la seule où l'on observe un revêtement musculaire prononcé. L'intestin terminal et toute la poche stercorale nous offrent, en effet, une musculature fort belle, déjà signalée par Wasmann, et qui contraste avec la faiblesse de la tunique musculaire de l'intestin moyen; elle est composée de cylindres musculaires espacés, finement striés, les uns longitudinaux, les autres transversaux et fréquemment bifurqués, constituant un réseau à mailles assez larges (fig. 58, pl. I). Aux faibles grossissements, on ne voit bien que les cylindres longitudinaux (fig. 55).

L'épithélium qui diffère de celui de l'intestin moyen se compose dans l'intestin terminal proprement dit, de petites cellules allongées, presque plates (fig. 36), qui passent graduellement dans la poche stercorale, à l'état de cellules cylindriques volumineuses chargées de granulations fines d'un jaune intense (Tégénaires), très-différentes d'aspect des granulations réfringentes, incolores ou obscures des tubes de Malpighi (fig. 37) et donnant à la poche *vide* une coloration qui peut aller jusqu'au jaune serin chez certaines espèces (Argyronète).

Tubes de Malpighi. — Comme ceux des Insectes et des Myriapodes, ils ont été successivement regardés comme biliaires et comme urinaires. Nous reviendrons sur cette partie du sujet dans la portion physiologique de ce travail.

Au point de vue topographique, le point d'insertion des tubes Malpighiens a une très-grande importance, parce qu'il marque toujours la limite de l'intestin moyen et l'origine de l'intestin terminal. En passant en revue toutes les figures qui ont été données à cet égard, on ne trouve guère que celle de la *Cteniza cœmentaria* de Dugès qui soit exacte. Chaque fois qu'on y fera suffisamment attention, on verra les tubes de Malpighi s'ouvrir dans la poche stercorale au point où celle-ci se met réellement en rapport avec l'intestin proprement dit (fig. 35 et 36, pl. I).

On sait que ces tubes se ramifient à l'infini entre les cœcums de la glande abdominale et même entre les saccules de la surface, ainsi que nous le montrerons à propos des Épéires. Wasmann avait indiqué leurs extrémités closes comme étant renflées en utricules allongés (1). J'ai pu vérifier l'exactitude de cette observation (fig. 41). Les différentes branches de ces canaux qui présentent de nombreux renflements et des inégalités fréquentes de diamètre, finissent par aboutir à deux troncs communs représentés presque partout et qui s'ouvrent finalement dans la poche stercorale au point indiqué plus haut. Mais j'ajouterai, comme observation personnelle, que ces deux troncs communs, environ quatre fois aussi larges que les ramifications ordinaires, marchent toujours parallèlement à l'intestin moyen, à droite et à gauche, sur toute leur longueur; ils n'en sont écartés qu'artificiellement, par une dissection faite sans soins (fig. 2).

---

(1) *Beiträge zur Anatomie der Spinnen*, op. cit., p. 149, pl. XIII, fig. 23.

La structure histologique des tubes de Malpighi a été esquissée, pour l'*Epeira diadema*, par H. Meckel (1), et, pour les Aranéides en général, par M. Leydig (2). Ces tubes comprennent une tunique propre transparente et des cellules à sécrétion polyédriques munies de noyaux aplatis, comme le dit Meckel (fig. 39); mais j'ajouterai que la régularité géométrique de l'épithélium est remarquable, lorsqu'on compare ce dernier à celui des Myriapodes et de la plupart des Insectes. Les cellules sont, par elles-mêmes, incolores, ne renfermant que de petits corps arrondis jaunâtres; on ne les voit nettement que dans les tubes Malpighiens parfaitement frais. L'acide osmique faible, suivi de l'action du picrocarmin étendu, décèle admirablement les noyaux qui se colorent seuls (fig. 40, pl. I) et l'on s'assure alors très-bien, par l'aspect des noyaux vus de champ, que ceux-ci sont effectivement aplatis.

M. Leydig s'est borné à signaler une matière pulvérulente obscure entourant les noyaux. Ce fait ne s'observe que lorsque les tubes Malpighiens sont chargés de leur produit de sécrétion qui se compose, en effet, d'un liquide tenant en suspension de fines granulations opaques à la lumière transmise. Dans les tubes Malpighiens en partie vidés, on ne voit plus cette substance que sous forme de traînées s'insinuant entre les cellules. Dans la troisième partie, je traiterai de la nature physique et chimique de cette sécrétion.

---

(1) *Mikrographie einiger Drüsenapparate*, op. cit. p. 42.

(2) *Zum feineren Bau der Arthropoden*, op. cit., p. 466.

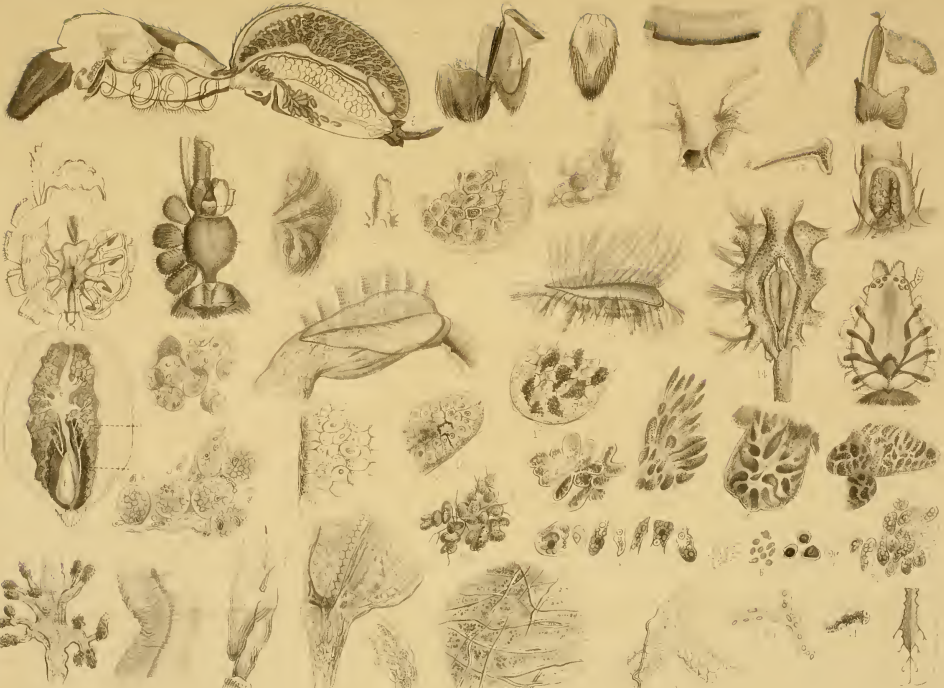
Nota. — Un résumé anatomique général termine la deuxième partie.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Sauf indications contraires, les figures se rapportent à la *Tegenaria domestica.*

Fig 1. Coupe verticale et longitudinale du corps dessinée d'après des coupes effectuées sur des individus durcis suivant le procédé décrit page 164. Les organes qui ne font point partie du tube digestif sont omis ou simplement indiqués au trait. Les cœcums céphalothoraciques de l'intestin moyen ont été supprimés, afin de conserver à la figure toute sa clarté. *a.* région pharyngienne; *b.* région œsophagienne; *c.* organe de succion; *d.* origine céphalothoracique de l'intestin moyen abdominal; *e.* portion élargie de l'intestin moyen abdominal; *f.* poche stercorale; *g.* anus; *h.* coupe de la glande abdominale; *i.* muscles rétracteurs du pharynx; *k* muscles dilatateurs de l'organe de succion, *l.* saillie tergale à laquelle ils s'insèrent. × 8.

Fig 2. Tégénaire ouverte par la face dorsale. On n'a représenté avec détails que les organes composant l'appareil digestif *a.* Muscles rétracteurs du pharynx; *b* muscles dilatateurs de l'organe de succion; *c.* cœcum antérieur (un peu déformé par la dissection, voyez fig. 2*bis*), de l'intestin moyen céphalothoracique; *dd.* les cœcums latéraux; *e.* portion élargie de l'intestin moyen abdominal et troncs terminaux des canaux excréteurs de la


14
14

glande abdominale ; *f*. poche stercorale ; *g*. tubes de Malpighi ; *h*. portions latérales de la glande abdominale. × 8.

Fig. 2*bis*. Cœcum antérieur intact d'un autre individu (forme normale), × 8

Fig. 3. Pièces buccales et pharyngiennes légèrement écartées. *a*. Lèvre supérieure (on observe dans sa cavité un reste de la glande pharyngienne); *b*. lame pharyngienne antérieure ; *c*. lame pharyngienne postérieure ; *d*. lèvre inférieure. × 30.

Fig. 4. Lèvre supérieure vue par-dessus. × 30.

Fig. 5. Tronçon de l'œsophage. × 200.

Fig. 6. Pièces buccales et pharyngiennes dans leurs rapports relatifs lorsque la bouche est fermée. La glande pharyngienne intacte a été écartée de la lame pharyngienne antérieure ; on voit son canal excréteur court aboutir au fond du pharynx, près de l'origine de l'œsophage (*Amaurobius atrox*). × 20.

Fig. 7. Glande pharyngienne de l'*Amaurobius atrox* entièrement isolée. × 20.

Fig 8. Portion de la même glande de l'*Amaurobius atrox* montrant la tunique et les faisceaux de fibres regardées comme musculaires. × 300.

Fig. 9. Cellules épitheliales en place de la glande pharyngienne de l'*Amaurobius atrox* × 300.

Fig 10. Cellules de la même glande de la *Tegenaria domestica* isolées par rupture de l'enveloppe et devenues ellipsoïdales arrondies. × 300.

Fig. 11. Cloison chitineuse horizontale du céphalothorax, vue par-dessus. C'est sur cette lame que repose l'organe de succion. × 20.

Fig. 12. Organe de succion. On y voit la terminaison de l'œsophage, la poche membraneuse, le bouclier chitineux et une partie des muscles compresseurs du côté droit (*Amaurobius atrox*). × 200.

Fig. 13. Muscles de l'organe de succion de la *Tegenaria domestica*. On y voit les dilatateurs et les compresseurs avec leurs insertions réelles. × 200.

Fig. 14. Organe de succion et intestin moyen céphalothoracique, avec les origines des cœcums antérieur et latéraux (*Tegenaria civilis*, grand individu). × 30.

Fig 15. Extrémité isolée d'un cœcum lateral.

Fig. 16. Extrémité terminale d'un cœcum latéral dans le coxopodite de la première patte droite d'un jeune éclos depuis peu. × 200.

Fig. 17. Portion céphalothoracique de l'intestin moyen chez un jeune éclos depuis quelque jours. × 30.

Fig. 18. Cellules épithéliales d'un cœcum céphalothoracique latéral (*Clubiona holosericea*). × 300.

Fig. 19. Extrémité d'un cœcum latéral renfermant des groupes de corpuscules graisseux colorés (*Agelena labyrinthica*). × 250.

Fig. 20. Face sternale du céphalothorax de la *Tegenaria domestica:* *a.* Chelicère; *b.* lèvre inférieure; *c.* coxopodites des pattes-mâchoires, *d.* tissu adipeux sternal mis à nu par enlèvement du plastron sternal et laissant entrevoir par transparence le système nerveux. × 8.

Fig 21. Cellules du tissu adipeux sternal frais (*Amaurobius atrox*). × 300.

Fig. 22. Cellules du même tissu frais chez la *Tegenaria domestica ;* elles sont accompagnées de globules sanguins. × 300.

Fig 23. Portion dilatée de l'intestin moyen abdominal et les quatre entonnoirs où aboutissent les canaux excréteurs de la glande abdominale. Stries indiquant probablement une tunique musculaire délicate. × 300.

Fig. 24. Revêtement musculaire de l'intestin moyen abdominal dans la portion qui commence à s'incurver autour de la poche stercorale. × 300.

Fig. 25. Epithélium de l'intestin moyen abdominal. × 300.

Fig. 26. Fragment de la glande abdominale montrant le réseau formé par les tubes de Malpighi. × 30.

Fig. 27. Fragment de la glande abdominale très-légèrement comprimé (*Tegenaria civilis*). × 30.

Fig. 28. Cœcum de la glande abdominale ouvert. Cellules épithéliales en place, un peu allongées et contractées (Glycérine étendue et acidifiée) (*Tegenaria civilis*). × 200.

Fig. 29. Cœcum de la glande abdominale intact. Cellules vues par transparence. Même réactif (*Tegenaria civilis*). × 200.

Fig. 30. Cœcums intacts, cellules vues par transparence (Acide osmique à $^1/_{10}$ °/₀) (*T. domestica* jeune). × 40.

Fig. 31. Cellules sécrétoires de la glande abdominale (Acide osmique à $^1/_2$ °/₀). × 200.

Fig. 32. Cellules isolées (Acide osmique à $^1/_{10}$ °/₀ et picrocarmin). × 300.

Fig. 33. Globules, etc., observés dans les cellules de la glande abdominale (Acide osmique à $^1/_{10}$ °/₀). *a* Petits globules transparents constituant une fine poussière; *b.* globules graisseux jaunes

pâles; *c*. globules brunâtres à pellicule enveloppante; *d*. noyaux de cellules. × 500.

Fig. 34. Dessin au trait de la glande abdominale vue par la face dorsale. × 3.

Fig. 35. Fin de l'intestin moyen, intestin terminal et poche stercorale vide. Couche musculaire à direction longitudinale. × 30.

Fig. 36. Intestin terminal, poche stercorale vidée et relevée vers le haut, insertion d'un tronc terminal des tubes de Malpighi. × 200.

Fig. 37. Épithélium de la poche stercorale vu par transparence. × 200.

Ftg, 38. Réseau de cylindres musculaires bifides et entre-croisés à la surface de la poche stercorale. × 300.

Fig. 39. Fragment d'un tronc terminal des tubes de Malpighi non chargé de produits sécrétés (*Clubiona holosericea*). × 300.

Fig. 40. Noyaux aplatis des cellules d'un tube de Malpighi (*Tegenaria domestica*). (Acide osmique et picrocarmin). × 200.

Fig. 41. Terminaison périphérique légèrement renflée d'un tube de Malpighi (*Epeira apoclisa*). × 300.

*Rectification à la Note sur l'*ÉVOLUTION *insérée au Bulletin de mai 1877* (1); par M. F. Folie, membre de l'Académie.

Une inadvertance nous a fait donner, des relations de l'évolution dans les hexagones inscrits ou circoncrits à une conique, un énoncé qui n'est pas exact. On trouvera les vraies relations dans le numéro actuel du *Bulletin*.

L'impression tardive du *Bulletin* de mai ne nous a pas permis de faire plus tôt cette rectification.

---

(1) Voir *Bulletins*, 2e série, tome XLIII, page 500.

*Suite à la note précédente sur l'*ÉVOLUTION. — I. *Synthèse des théorèmes de Pascal et de Brianchon.* — II. *Nouvelles extensions de ces théorèmes.* — III. *De l'*ÉVOLUTION *dans l'hexagone inscrit ou circonscrit à une conique;* par M. F. Folie, membre de l'Académie.

§ I.

En cherchant à étendre à l'hexagone la propriété que nous avons énoncée, sous le nom d'ÉVOLUTION, relativement à deux triangles, l'un inscrit à une conique, l'autre circonscrit à la même courbe par les sommets du premier, nous avons dû tout d'abord tâcher de mettre l'équation de la conique, rapportée à l'hexagone, sous une forme analogue à celle que nous avions trouvée en la rapportant aux deux triangles, et qui nous avait donné l'idée de cette propriété.

Or nous avons été étonné de rencontrer, dans le cours de cette recherche, une proprieté fort curieuse, et tout à fait inattendue, en ce sens que nous n'en avions, pas plus que nos maîtres, prédécesseurs ou contemporains, nul pressentiment, il faut bien le reconnaître.

Et pourtant, cette propriété appartient, presque dans ses propres termes, à Desargues.

Pascal, s'il avait pensé à combiner la proposition de Desargues avec l'hexagramme mystique, fût arrivé bien certainement au théorème de Brianchon.

Et il est vraiment surprenant que ce dernier surtout, et les grands géomètres qui lui ont succédé, n'aient pas trouvé le lien étroit qui unissait la proposition de Desargues à celles de Pascal et de Brianchon.

C'est bien ici le lieu d'appliquer ces paroles si profondément vraies de M. Paul Serret (1), et qui, dans le cas présent, s'appliquent plus encore à lui-même qu'à tout autre, puisqu'il a rencontré cette propriété sur son chemin, et qu'il s'est arrêté au moment où il n'avait plus qu'un pas à faire pour la saisir :

« Mais il est présumable qu'il y faudra surtout infini-
» ment de bonheur; et c'est ce que la plus profonde
» géométrie ne donne pas toujours. »

Afin de mettre notre énoncé sous une forme aussi concise que possible, nous rappellerons les définitions suivantes, que nous avons données dans nos *Fondements d'une géométrie supérieure cartésienne*, et dont on trouvera la justification dans ce Mémoire. Cette justification ressortira au surplus, à l'évidence, des pages qui suivent.

« Nous appellerons polygones conjugués de n côtés,
» inscrits à une courbe du n^{me} ordre, deux polygones tels
» que chaque côté de l'un passe par l'un des points d'in-
» tersection de chaque côté de l'autre avec la courbe.

» De même, nous appellerons polygones conjugués de
» $n+1$ côtés, inscrits à une courbe du n^{me} ordre, deux
» polygones tels que chaque côté de l'un passe par l'un
» des points d'intersection de chaque côté de l'autre,
» un seul excepté, avec la courbe; les côtés opposés dans
» ces deux polygones seront ceux qui n'auront pas de
» point commun sur la courbe.

» Ainsi, deux triangles conjugués inscrits à une

---

(1) *Géométrie de direction*, p. 518.

» conique sont, par exemple, deux triangles de côtés » respectifs A, B, C, et a, b, c, tels que A passe par l'un » des deux points d'intersection de b et c avec la conique; » B par l'autre intersection de c et par l'une de celles de » a; et enfin C par l'autre intersection de a et de b; et les » côtés opposés, dans ces deux triangles, sont A et a, B » et b, C et c, parce qu'ils ne se coupent pas deux à deux » sur la courbe.

» Pour tracer ces deux triangles, on commencera par » former le premier au moyen de trois côtés A, B, C, qui » coupent chacun la courbe en deux points; le second se » formera en joignant ces points deux à deux par des » droites distinctes de A, B, C, ce qui pourra se faire de » huit manières différentes.

» Les deux triangles A, B, C, a, b, c, forment évidem» ment un hexagone inscrit; mais on verra que la dénomi» nation de triangles conjugués inscrits se prête immé» diatement à une généralisation que ne comporte pas » la dénomination d'hexagone inscrit (1). »

Cela posé, nous pourrons dire que :

(I). *Dans deux triangles conjugués inscrits à une conique, les droites de jonction des sommets opposés, pris deux à deux, concourent en un même point;* c'est-à-dire que les six sommets, qu'on obtient par les intersections successives des côtés alternants d'un hexagone inscrit à une conique, forment ceux d'un hexagone circonscrit à une autre conique.

---

(1) Voir *Fondements d'une géométrie supérieure cartésienne*, pp. 5 et 6. Peut-être un autre terme que *conjugués* eût-il été préférable, parce que celui de *polygone conjugué* à *une conique* existait déjà; mais on doit éviter, autant que possible, les néologismes; et la confusion est ici d'autant moins à craindre, qu'elle ne pourrait avoir lieu que pour les coniques, et qu'ensuite, dans notre définition, il s'agit toujours, non d'*un* polygone conjugué à la courbe, mais de *deux* polygones conjugués *inscrits* ou *circonscrits* à la courbe.

Le corrélatif, qui n'est autre chose, au fond, que la réciproque de ce théorème, est également vrai; on peut donc énoncer cette propriété :

(II). *Dans deux triangles conjugués circonscrits à une conique, les points d'intersection des côtés opposés, pris deux à deux, sont en ligne droite;* c'est-à-dire que les six côtés, qu'on obtient par les jonctions successives des sommets alternants d'un hexagone circonscrit à une conique, forment ceux d'un hexagone inscrit à une autre conique.

Soient, par exemple, 1, 2, 3, 4, 5, 6, les côtés successifs d'un hexagone inscrit à une conique; de sorte que 1, 3, 5 et 2, 4, 6 sont les côtés des deux triangles conjugués; et que 1 et 4, 2 et 5, 3 et 6 sont les côtés, respectivement opposés, de ces deux triangles.

Désignons par I, III, V et II, IV, VI les sommets, opposés aux côtés de même nom, dans ces triangles.

On voit que les sommets, respectivement opposés, des deux triangles sont I et IV, II et V, III et VI; et l'énoncé (I) dit que les droites de jonction (I, IV), (II, V), (III, VI) concourent en un même point.

Réciproquement, I, II, III, IV, V, VI sont les sommets successifs d'un hexagone circonscrit à une conique; de sorte que I, III, V et II, IV, VI sont les sommets des deux triangles conjugués circoncrits, et que I et IV, II et V, III et VI sont les sommets, respectivement opposés, de ces deux triangles.

1, 3, 5 et 2, 4, 6, seront les côtés, opposés aux sommets de même nom, dans ces triangles.

On voit que les côtés respectivement opposés des deux triangles sont 1 et 4, 2 et 5, 3 et 6, et l'énoncé (II) dit que les points d'intersections (1, 4), (2, 5), (3, 6), sont situés en ligne droite.

Il résulte de là que :

Les intersections successives des côtés alternants d'un hexagone de Pascal forment les sommets successifs d'un hexagone de Brianchon ; de même que :

Les jonctions successives des sommets alternants d'un hexagone de Brianchon forment les côtés successifs d'un hexagone de Pascal;

Et, enfin, que ces deux propriétés se retrouvent, au fond, dans la suivante, découverte par Desargues :

Si deux triangles sont tels, que leurs côtés se coupent, deux à deux respectivement, en trois points situés en ligne droite, les droites de jonction des sommets opposés, pris deux à deux, concourent en un même point; et réciproquement.

Il suffit, pour se convaincre immédiatement de l'identité de ces propriétés, de se rappeler :

1° Qu'un hexagone inscrit à une conique est un système de deux triangles tels que leurs côtés opposés se coupent en trois points situés en ligne droite; ou

2° Qu'un hexagone circonscrit est un système de deux triangles tels que les droites de jonction des sommets opposés concourent en un même point.

Appliquant le théorème de Desargues au premier cas, on voit que les droites de jonction des sommets opposés des deux triangles concourent en un même point, et que ces sommets sont, par suite, ceux d'un hexagone de Brianchon, comme le dit l'énoncé (I).

Dans le second cas, on appliquera la réciproque du théorème de Desargues, et l'on verra que les points d'intersection des côtés opposés des deux triangles sont situés en ligne droite, et que ces côtés sont, par suite, ceux d'un hexagone de Pascal, comme le dit l'énoncé (II) (1).

---

(1) Plus d'un lecteur se demandera certainement s'il est bien possible que cette liaison si évidente, entre trois des théorèmes les plus fondamentaux de la géométrie supérieure, n'ait été aperçue par aucun géomètre.

Nous nous sommes également posé cette question; et, après avoir vérifié scrupuleusement dans la plupart des traités connus, si nous ne trouverions aucune trace de cette liaison, nous croyons pouvoir répondre hardiment par la négative.

Brianchon, Steiner, Poncelet, Hesse, etc., ont bien cherché les propriétés des hexagones dont l'un est le polaire réciproque de l'autre; mais ils ne semblent pas s'être doutés que l'hexagone, dont les sommets successifs sont les intersections des côtés alternants d'un hexagone de Pascal, peut être considéré comme le polaire réciproque de ce dernier. (V. *Traité des propriétés projectives,* édition de 1865, t. I, n^os^ 227-228 et 570-572. — *Steiner-Schröter*, *Vorlesungen*, p. 150. — *Hesse*, article cité dans la note suivante.)

C'est grâce à notre définition des couples de triangles conjugués inscrits ou circonscrits à une conique, que cette liaison apparaît de la manière la plus manifeste; et l'on y verra une nouvelle justification, surabondante du reste, de cette définition, sans laquelle il nous eût été difficile d'étendre, aux courbes et aux surfaces supérieures, les théorèmes de Pascal et de Brianchon.

Peut-être n'est-il pas inutile que nous donnions ici, dans des termes aussi analogues que possible à ceux de notre énoncé, celui qu'on trouve dans les passages cités plus haut, de Steiner-Schröter et de Hesse, afin qu'on puisse juger de la différence qui existe entre ces deux énoncés :

Les intersections successives des côtés alternants d'un hexagone de Brianchon sont les sommets successifs d'un hexagone de Pascal; et réciproquement :

Les jonctions successives des sommets alternants d'un hexagone de Pascal sont les côtés successifs d'un hexagone de Brianchon.

Nous ferons remarquer que ces énoncés peuvent se traduire en un théorème analogue à celui de Desargues, que nous avons mentionné; et que leur combinaison avec les nôtres donnera naissance à une série indéfinie d'hexagones alternants de Pascal et de Brianchon.

Ce théorème donne donc, à ceux de Pascal et de Brianchon, un complément auquel on pouvait d'autant moins s'attendre, que les développements de ces théorèmes ont été l'objet des études des géomètres contemporains les plus distingués, les Steiner, les Chasles, les Kirkman, les Cayley, les Salmon, les Hesse (1). Il est, en outre, un trait d'union aussi remarquable, à un certain point de vue, que celui que fournit le principe de dualité, entre ces deux théorèmes si fameux dans l'histoire de la Géométrie, en ce qu'il les montre, non pas séparément, comme le principe de dualité, dans deux figures différentes, mais simultanément, dans une seule et même figure. Enfin il pourra devenir quelque jour, grâce aux méditations d'un profond esprit, le germe d'un nouveau principe, comme le théorème de Brianchon a été le germe du principe de dualité.

Peut-on appliquer ce théorème aux courbes supérieures? Nous avons trouvé, dans le Mémoire cité plus haut (2), l'extension des théorèmes de Pascal et de Brianchon aux courbes planes, et nous avons démontré qu'elle est tout à fait générale jusqu'au 5^e ordre ou à la 5^e classe. Il est donc certain que le théorème précédent pourra s'étendre, comme ces derniers, dont il est la synthèse, aux courbes supérieures. Mais ici surgira, tout naturellement, une difficulté qu'il faudra surmonter d'abord.

---

(1) Nous ne voulons pas insister ici sur les nombreux développements que ce théorème va produire dans les propriétés des points et des droites de Steiner, Kirkman, Cayley et Salmon. Voir, au sujet de ces propriétés, Hesse, *Ueber das Hexagrammum mysticum*, Journal de Crelle-Borchardt, tome LXVIII, page 193, année 1868, et Bauer, *Ueber das Pascal'sche Theorem*, Mém. de l'Acad. de Munich, tome XI, 1874.

(2) Voir *Fondements d'une géométrie supérieure cartésienne*, pp. 18 à 59.

Les coniques, en effet, étant tout à la fois du second ordre et de seconde classe, on conçoit, pour ces courbes, la synthèse des théorèmes de Pascal et de Brianchon dans une seule et même figure. Faudra-t-il, pour que cette synthèse puisse avoir lieu dans les courbes supérieures, que leur classe soit aussi la même que leur ordre, c'est présumable. Toutefois, nous n'avons pas encore pu vérifier ce point important.

Si ces prévisions se confirmaient, la synthèse des théorèmes analogues à celui de Pascal pour les courbes du troisième ordre (1), et à celui de Brianchon pour celles de la troisième classe (2), s'énoncerait :

Les sommets de deux quadrilatères conjugués, inscrits à une courbe du troisième ordre et de la troisième classe, sont ceux de deux tétragones conjugués circonscrits à une autre courbe du troisième ordre et de la troisième classe, les sommets opposés de ces deux tétragones étant les intersections respectives des côtés opposés des deux quadrilatères;

Et réciproquement :

Les côtés de deux tétragones conjugués, circonscrits à une courbe du troisième ordre et de la troisième classe, sont ceux de deux quadrilatères conjugués inscrits à une autre courbe du troisième ordre et de la troisième classe, les côtés opposés de ces deux quadrilatères étant les jonctions respectives des sommets opposés des deux tétragones (1).

---

(1) Voici l'énoncé de ce théorème : *Dans un système de deux quadrilatères conjugués inscrits à une courbe du troisième ordre, les côtés opposés se coupent en quatre points situés en ligne droite.* Fondements, etc., p. 22.

(2) Voici l'énoncé de ce théorème : *Dans un système de deux quadrilateres conjugués circoncrits à une courbe de la troisième classe, les droites qui relient les quatre couples de sommets opposés concourent en un même point.* Fondements, etc., p. 44.

Cet énoncé pourrait s'étendre avec la plus grande facilité aux courbes supérieures et, probablement aussi, aux surfaces du troisième ordre et de la troisième classe (2), ainsi qu'aux courbes gauches.

On voit surgir, dans ce qui précède, l'idée d'un lien, à peine entrevu jusqu'à ce jour, entre les deux grandes divisions que le principe de dualité a créées dans les figures géométriques.

Cette idée deviendra, sans doute, quelque jour, féconde en applications.

§ II.

En appliquant aux courbes du troisième ordre, quelle que soit leur classe, la méthode dont nous avons fait usage dans le cas de l'hexagone inscrit à une conique, nous sommes arrivé également à des résultats intéressants.

Nous mentionnerons le suivant, que le lecteur traduira aisément en son corrélatif, pour les courbes de la troisième classe :

---

(1) Depuis que ces lignes ont été écrites, nous avons pu vérifier que notre théorème sur l'*évolution*, dans deux triangles, l'un inscrit, l'autre circonscrit à une *conique*, est applicable également à deux triangles, l'un inscrit, l'autre circonscrit à une *cubique* (courbe du 3^{me} ordre et de la 3^{me} classe); et nous présumons que cette propriété caractérise toutes les courbes planes dont l'ordre est le même que la classe. (13 août 1877.)

(2) Voici les énoncés des théorèmes relatifs à chacune de ces catégories de surfaces : *Dans un système de deux tétraèdres conjugués inscrits à une surface du troisième ordre, les faces opposées se coupent suivant quatre droites situées dans un même plan.*

Dans un système de deux tétragones conjugués inscrits à une surface de la troisième classe, les droites qui unissent deux à deux les sommets opposés concourent en un même point. Fondements, etc., pp. 104 et 118.

Théorème. *Si l'on combine trois à trois, dans un ordre quelconque, les couples de côtés opposés de deux quadrilatères conjugués inscrits à une courbe du troisième ordre, on obtient un hexagone inscrit à une conique,* propriété presque évidente du reste, puisque, dans cet hexagone, les côtés opposés se coupent en trois points situés en ligne droite.

Les quatre coniques qui résultent de ces combinaisons jouissent d'autres propriétés remarquables, sur lesquelles nous reviendrons.

Par la même raison, on voit que l'on peut énoncer également les théorèmes suivants, qui se déduisent immédiatement de ceux que nous avons donnés dans l'ouvrage cité (1) :

Théorème. *Si l'on combine trois à trois, dans un ordre quelconque, les couples de côtés opposés de deux quinquélatères (ou de deux sélatères) conjugués inscrits à une courbe du quatrième (ou du cinquième) ordre, on obtient un hexagone inscrit à une conique.*

Et de même :

Théorème. *Si l'on combine quatre à quatre, dans un ordre quelconque, les couples de côtés opposés de deux*

---

(1) Voici ces énoncés :

Dans un système de deux quinquélatères conjugués inscrits à une courbe du quatrième ordre, les côtés opposés se coupent en cinq points situés en ligne droite.

Dans un système de deux sélatères conjugués inscrits à une courbe du cinquième ordre, les côtés opposés se coupent en six points situés en ligne droite. Fondements, etc., pp. 26 et 29.

quinquélatères (ou de deux sélatères) conjugués inscrits à une courbe du quatrième (ou du cinquième) ordre, on obtient un système de deux quadrilatères conjugués inscrits à une courbe du troisième ordre.

Enfin :

Théorème. *Si l'on combine cinq à cinq, dans un ordre quelconque, les couples de côtés opposés de deux sélatères conjugués inscrits à une courbe du cinquième ordre, on obtient un système de deux quinquélatères conjugués inscrits à une courbe du quatrième ordre.*

On énoncera les théorèmes corrélatifs de la même manière, en remplaçant simplement les termes de *plurilatères conjugués inscrits* par ceux de *polygones conjugués circonscrits*, le mot *côtés* par celui de *sommets*, et enfin l'*ordre* par la *classe* (1).

De même encore :

Théorème. *Si l'on combine trois à trois, dans un ordre quelconque, les couples de faces opposées de deux tétraèdres conjugués inscrits à une surface du troisième ordre, on obtient un couple de trièdres conjugués inscrits à un hyperboloïde.*

Et le théorème corrélatif :

Théorème. *Si l'on combine trois à trois, dans un ordre quelconque, les couples de sommets opposés de deux tétragones conjugués circonscrits à une surface de la troisième classe, on obtient un couple de trigones conjugués circonscrits à un hyperboloïde.*

---

(1) Voir *Fondements*, etc., pp. 6 et 7 et 32 à 49.

§ III.

Il nous reste à montrer ce que devient, pour l'hexagone inscrit à une conique, la relation de l'Évolution, que nous avons trouvée pour un couple de triangles, l'un inscrit, et l'autre circonscrit à une conique.

Si nous désignons par 1, 2, 3, 1', 2', 3', les côtés consécutifs d'un hexagone inscrit, de sorte que 1, et 1', 2 et 2', 3 et 3' sont les côtés opposés de cet hexagone; par $\mathit{1}$, $\mathit{2}$, $\mathit{3}$ les diagonales qui relient les sommets opposés, et qui passent respectivement par les intersections 23, 31, et 12; par $\mathit{1}'$, $\mathit{2}'$, $\mathit{3}'$ celles qui passent par les intersections 2'3, 3'1 et 1'2; enfin, si nous représentons par les mêmes chiffres les points d'intersection d'une transversale avec ces diverses droites, il est aisé de démontrer qu'on aura les relations

$$12'.\,23'.\,31' \times 1\mathit{2}'.\,2\mathit{3}.'\,3\mathit{1}' = 1'2.\,2'3.\,3'1 \times 1'\mathit{2}.\,2'\mathit{3}.\,3'\mathit{1},$$
$$1\mathit{2}.\;2\mathit{3}.\;3\mathit{1} \times 1'\mathit{2}.\,2'\mathit{3}.\,3'\mathit{1} = \mathit{1}2.\;\mathit{2}3.\;\mathit{3}1. \times \mathit{1}2'.\,\mathit{2}3'.\,\mathit{3}1',$$

ainsi que d'autres analogues, mais moins symétriques.

Il est à remarquer que chacune de ces égalités peut être considérée comme le produit de deux relations simples d'Évolution, qui n'ont, toutefois, pas lieu séparément (1) : la première, comme le produit des relations d'évolution entre 11', 22', 33', et entre $1\mathit{1}'$, $2\mathit{2}'$, $3\mathit{3}'$; la seconde, comme le produit des relations d'évolution entre $1\mathit{1}$, $2\mathit{2}$, $3\mathit{3}$ et $1'\mathit{1}$, $2'\mathit{2}$, $3'\mathit{3}$.

Le lecteur écrira aisément les relations corrélatives, qui ont lieu pour l'hexagone circonscrit.

---

(1) C'est par inadvertance que nous les avons indiquées, dans le *Bulletin* de mai, comme existant.

Théorème d'Algèbre; par M. Eugène Catalan, associé de l'Académie.

a, b, c, ... k *étant des quantités quelconques, inégales, la somme*

$$\left[\frac{1}{a-b}+\frac{1}{a-c}+\cdots+\frac{1}{a-k}\right]\frac{1}{(a-b)^2(a-c)^2\ldots(a-k)^2}$$

$$+\left[\frac{1}{b-a}+\frac{1}{b-c}+\cdots+\frac{1}{b-k}\right]\frac{1}{(b-a)^2(b-c)^2\ldots(b-k)^2}$$

$$+\cdots$$

est toujours nulle.

Cet énoncé se trouvait dans un billet cacheté, déposé le 7 avril 1877, et ouvert pendant la dernière séance. La propriété qu'il exprime est un cas particulier des *théorèmes d'Algèbre* indiqués dans mon Rapport sur le Mémoire de M. Ghysens, et qui sont une *traduction* du remarquable *théorème de Géométrie* dû à M. Liouville. Jusqu'à présent, *je n'ai pu les démontrer directement.*

Note sur une équation différentielle de Jacobi; par M. P. Mansion, professeur à l'Université de Gand.

§ I. Cas général.

1. *Méthode d'intégration de Jacobi simplifiée.* Considérons l'équation différentielle

$$a(-dy) + bdx + c(xdy - ydx), \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

où

$$a = a_1x + a_2y + a_3, \quad b = b_1x + b_2y + b_3, \quad c = c_1x + c_2y + c_3.$$

Introduisons, dans cette équation, la variable fictive $z = 1$, dont la différentielle dz est nulle. Il viendra

$$a(ydz - zdy) + b(zdx - xdz) + c(xdy - ydx) = 0,$$

ou encore

$$\begin{vmatrix} a, & b, & c \\ x, & y, & z \\ dx, & dy, & dz \end{vmatrix} = 0. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Multiplions le premier membre de cette équation par le déterminant

$$\mathrm{R} = \begin{vmatrix} \alpha_1, & \beta_1, & \gamma_1 \\ \alpha_2, & \beta_2, & \gamma_2 \\ \alpha_3, & \beta_3, & \gamma_3 \end{vmatrix}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

dont les éléments α, β, γ, sont indéterminés, et posons

$$u_1 = \alpha_1x + \beta_1y + \gamma_1z, \quad u_2 = \alpha_2x + \beta_2y + \gamma_2z,$$
$$u_3 = \alpha_3x + \beta_3y + \gamma_3z.$$

Nous trouverons

$$\begin{vmatrix} \alpha_1 a+\beta_1 b+\gamma_1 c, & \alpha_2 a+\beta_2 b+\gamma_2 c, & \alpha_3 a+\beta_3 b+\gamma_3 c \\ u_1 \quad , & u_2 \quad , & u_3 \\ du_1 \quad , & du_2 \quad , & du_3 \end{vmatrix} = 0. \quad (4)$$

Posons

$$\alpha_1 a + \beta_1 b + \gamma_1 c = k_1 u_1 = k_1(\alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1 z), \quad . \quad (5_1)$$
$$\alpha_2 a + \beta_2 b + \gamma_2 c = k_2 u_2 = k_2(\alpha_2 x + \beta_2 y + \gamma_2 z), \quad . \quad (5_2)$$
$$\alpha_3 a + \beta_3 b + \gamma_3 c = k_3 u_3 = k_3(\alpha_3 x + \beta_3 y + \gamma_3 z), \quad . \quad (5_3)$$

On aura, d'après ces relations, pour déterminer les quantités k, et α, β, γ, le système d'équations simultanées :

$$\left.\begin{aligned} k\alpha &= \alpha a_1 + \beta b_1 + \gamma c_1 \\ k\beta &= \alpha a_2 + \beta b_2 + \gamma c_2 \\ k\gamma &= \alpha a_3 + \beta b_3 + \gamma c_3 \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

$$\begin{vmatrix} a_1 - k, & b_1 \quad , & c_1 \\ a_2 \quad , & b_2 - k, & c_2 \\ a_3 \quad , & b_3 \quad , & c_3 - k \end{vmatrix} = 0, \quad . \quad . \quad (7)$$

Si l'équation (7) a trois racines inégales, k_1, k_2, k_3, les équations (6) donneront trois systèmes de valeurs $(\alpha_1\ \beta_1\ \gamma_1)$ $(\alpha_2\ \beta_2\ \gamma_2)$ $(\alpha_3\ \beta_3\ \gamma_3)$, tels que R ne sera pas nul, comme nous le démontrerons plus bas. Par conséquent, l'équation (2) sera une suite de l'équation (4), comme celle-ci est une suite de l'équation (2). Or l'équation (4) prend successivement les formes suivantes :

$$\begin{vmatrix} k_1 u_1 & k_2 u_2 & k_3 u_3 \\ u_1 & u_2 & u_3 \\ du_1 & du_2 & du_3 \end{vmatrix} = u_1 u_2 u_3 \begin{vmatrix} k_1 & k_2 & k_3 \\ 1 & 1 & 1 \\ \dfrac{du_1}{u_1} & \dfrac{du_2}{u_2} & \dfrac{du_3}{u_3} \end{vmatrix} = 0, \quad (8)$$

$$u_1 u_2 u_3 \left[(k_2 - k_3)\frac{du_1}{u_1} + (k_3 - k_1)\frac{du_2}{u_2} + (k_1 - k_2)\frac{du_3}{u_3} \right] = 0.$$

La dernière équation donne immédiatement l'intégrale générale trouvée par Jacobi

$$(k_2 - k_3)\log u_1 + (k_3 - k_1)\log u_2 + (k_1 - k_2)\log u_3 = C. \quad (9)$$

2. *Le déterminant R n'est pas nul, si les racines de l'équation* (6) *sont inégales.* Pour le montrer, soient

$$(A_1B_1C_1), \quad (A_2B_2C_2), \quad (A_3B_3C_3),$$

les mineurs du déterminant R. Si celui-ci est nul, on aura :

$$\alpha_1A_1 + \alpha_2A_2 + \alpha_3A_3 = 0, \quad \beta_1B_1 + \beta_2B_2 + \beta_3B_3 = 0,$$
$$\gamma_1C_1 + \gamma_2C_2 + \gamma_3C_3 = 0, \text{ etc.};$$
$$A_1 : A_2 : A_3 : = B_1 : B_2 : B_3 : = C_1 : C_2 : C_3.$$

La première des équations (6), où l'on fait successivement $k = k_1$, $k = k_2$, $k = k_3$ donne :

$$a_1\alpha_1 + b_1\beta_1 + c_1\gamma_1 = k_1\alpha_1, \quad \dots \quad (10_1)$$
$$a_1\alpha_2 + b_1\beta_2 + c_1\gamma_2 = k_2\alpha_2, \quad \dots \quad (10_2)$$
$$a_1\alpha_3 + b_1\beta_3 + c_1\gamma_3 = k_3\alpha_3, \quad \dots \quad (10_3)$$

Ajoutons ces équations, après les avoir multipliées respectivement par A_1, A_2, A_3. Il viendra

$$k_1A_1\alpha_1 + k_2A_2\alpha_2 + k_3A_3\alpha_3 = 0,$$

ou, à cause de la relation

$$A_1\alpha_1 + A_2\alpha_2 + A_3\alpha_3 = 0,$$
$$(k_1 - k_3)A_1\alpha_1 + (k_2 - k_3)A_2\alpha_2 = 0, \quad \dots \quad (11_1)$$

De même

$$(k_1 - k_3)B_1\beta_1 + (k_2 - k_3)B_2\beta_2 = 0, \quad \dots \quad (11_2)$$
$$(k_1 - k_3)C_1\gamma_1 + (k_2 - k_3)C_2\gamma_2 = 0, \quad \dots \quad (11_3)$$

On tire de ces trois dernières équations :

$$A_1\alpha_1 : A_2\alpha_2 = B_1\beta_1 : B_2\beta_2 = C_1\gamma_1 : C_2\gamma_2,$$

ou, par suite des proportions :

$$A_1 : A_2 = B_1 : B_2 = C_1 : C_2,$$

la proportion nouvelle :

$$\alpha_1 : \alpha_2 = \beta_1 : \beta_2 = \gamma_1 : \gamma_2.$$

Celle-ci combinée avec les équations (10_1), (10_2) donne :

$$k_1 = k_2,$$

relation incompatible avec l'hypothèse que les racines de l'équation sont inégales.

On peut évidemment conduire les calculs de manière à arriver aux conclusions également absurdes $k_1 = k_3$, $k_2 = k_3$; mais il importe de remarquer que l'égalité $R = 0$, n'a pour conséquence que l'une des trois relations : $k_1 = k_2$, $k_1 = k_3$, $k_2 = k_3$. En effet, si deux des racines de l'équation (3) sont égales, deux des trois systèmes $(\alpha_1\ \beta_1\ \gamma_1)$, $(\alpha_2\ \beta_2\ \gamma_2)$, $(\alpha_3\ \beta_3\ \gamma_3)$ ne diffèrent que par un facteur constant et cela suffit pour que R soit nul; $R = 0$, n'entraîne donc pas que les trois racines de l'équation (3) soient égales.

Les calculs précédents conduisent à la même conclusion. Si l'on avait $k_1 = k_3$, et, par suite,

$$\alpha_1 : \beta_1 : \gamma_1 = \alpha_3 : \beta_3 : \gamma_3,$$

on aurait aussi

$$A_2 = \beta_3\gamma_1 - \beta_1\gamma_3 = 0,$$
$$B_2 = \gamma_3\alpha_1 - \gamma_1\alpha_3 = 0,$$
$$C_2 = \alpha_3\beta_1 - \alpha_1\beta_3 = 0,$$

et les relations (11) se réduiraient à des identités d'où l'on ne peut rien déduire.

§ II. PREMIER CAS PARTICULIER.

3. *Passage du cas général au cas particulier, par induction.* Posons

$$\Delta k_1 = k_2 - k_1,\ \Delta u_1 = u_2 - u_1,\ \Delta . k_1 u_1 = k_2 u_2 - k_1 u_1$$
$$\Delta \alpha_1 = \alpha_2 - \alpha_1,\ \Delta \beta_1 = \beta_2 - \beta_1,\ \Delta \gamma_1 = \gamma_2 - \gamma_1.$$

On pourra écrire, sans inconvénient, au lieu des équations (3), (5_2) (8) (9),

$$\mathrm{R} = \begin{vmatrix} \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 \\ \Delta\alpha_1 & \Delta\beta_1 & \Delta\gamma_1 \\ \alpha_3 & \beta_3 & \gamma_3 \end{vmatrix},$$

$$a\Delta\alpha_1 + b\Delta\beta_1 + c\Delta\gamma_1 = \Delta . k_1 u_1 = \Delta . k_1(\alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1 z),$$

$$\begin{vmatrix} k_1 u_1 & \Delta . k_1 u_1 & k_3 u_3 \\ u_1 & \Delta u_1 & u_3 \\ du_1 & d\Delta u_1 & du_3 \end{vmatrix} = 0,$$

$$(k_3 - k_1)\,\Delta \log u_1 + \Delta k_1 (\log u_1 - \log u_3) = \mathrm{C}.$$

En divisant ces équations par Δk_1, puis faisant tendre cette quantité vers 0, on trouve les relations suivantes, où D indique une dérivation par rapport à k_1 :

$$\mathrm{DR} = \mathrm{R}' = \begin{vmatrix} \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 \\ \mathrm{D}\alpha_1 & \mathrm{D}\beta_1 & \mathrm{D}\gamma_1 \\ \alpha_3 & \beta_3 & \gamma_3 \end{vmatrix}, \quad \ldots \ldots \quad (3')$$

$$a\mathrm{D}\alpha_1 + b\mathrm{D}\beta_1 + c\mathrm{D}\gamma_1 = \mathrm{D}.k_1 u_1 = \mathrm{D}.k_1(\alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1 z), \quad (3'_2)$$

$$\begin{vmatrix} k_1 u_1 & \mathrm{D}.k_1 u_1 & k_3 u_3 \\ u_1 & \mathrm{D}u_1 & u_3 \\ du_1 & d\mathrm{D}u_1 & du_3 \end{vmatrix} = 0, \quad \ldots \quad (8')$$

$$(k_3 - k_1)\,\mathrm{D} \log u_1 + \log u_1 - \log u_3 = \mathrm{DC} = \mathrm{C}' \quad \ldots \quad (9')$$

On peut maintenant faire les conjectures suivantes : l'équation (2), multipliée par le déterminant (3′), moyennant les relations (5_1) ($5'_2$) (5_3), se transforme en la relation (8′); celle-ci a pour intégrale générale (9′) si C′ est une constante arbitraire; enfin R′ n'est pas nul, et (9′) est aussi l'intégrale générale de (2) dans le cas où k_1 est une racine double de l'équation (7), k_3 étant l'autre racine. Mais ces diverses conjectures ont besoin d'une vérification directe.

4. *Vérification de la solution précédente.* Multiplions l'équation (2) par le déterminant (3′). Un calcul facile montre que le résultat est précisément l'équation (8′) pourvu que les équations (5_1) ($5'_2$) (5_3) subsistent. Les équations (5_1) (5_3) ont pour conséquences (6) et (7), où l'on remplace

$$\begin{array}{lll} & k \text{ par } k_1, & \alpha, \beta, \gamma \text{ par } \alpha_1 \beta_1 \gamma_1, \\ \text{ou} & k \text{ par } k_3, & \alpha, \beta, \gamma \text{ par } \alpha_3 \beta_3 \gamma_3, \end{array}$$

comme dans le cas précédent. L'équation ($5'_2$) entraîne les suivantes :

$$\begin{aligned} a_1 D\alpha_1 + b_1 D\beta_1 + c_1 D\gamma_1 &= k_1 D\alpha_1 + \alpha_1, \\ a_2 D\alpha_1 + b_2 D\beta_2 + c_2 D\gamma_1 &= k_1 D\beta_1 + \beta_1, \\ a_3 D\alpha_1 + b_1 D\beta_3 + c_3 D\gamma_1 &= k_1 D\gamma_1 + \gamma_1, \end{aligned}$$

ou, sous une forme un peu différente,

$$\begin{aligned} D\left[(a_1 - k_1)\alpha_1 + b_1\beta_1 + c_1\gamma_1\right] &= 0, \\ D\left[a_2\alpha_1 + (b_2 - b_1)\beta_1 + c_2\gamma_1\right] &= 0, \\ D\left[a_2\alpha_1 + b_2\beta_1 + (c_3 - k_1)\gamma_1\right] &= 0. \end{aligned}$$

Posons, pour un instant,

$$S = \begin{vmatrix} a_1 - k_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 - k_1 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 - k_1 \end{vmatrix}.$$

D'après les équations (6) on peut prendre pour mineurs de ce déterminant nul les qualités α_1, β_1, γ_1. On a donc identiquement :

$$S = (a_1 - k_1)\alpha_1 + b_1\beta_1 + c_1\gamma_1,$$
$$S = a_2\alpha_1 + (b_2 - k_1)\beta_1 + c_2\gamma_1,$$
$$S = a_3\alpha_1 + b_3\beta_1 + (c_3 - k_1)\gamma_1.$$

Par conséquent, les trois équations déduites de $(5'_2)$ sont équivalentes à

$$DS = 0,$$

relation qui exprime que k_1 est une racine double de (7). L'équation $(5'_2)$ peut donc être vérifiée dans le cas actuel.

Je dis, de plus, que si k_3 est différent de k_1, le déterminant R' n'est pas nul. En effet, soient

$$(A_1,\ B_1,\ C_1)\ (A_2,\ B_2,\ C_2)\ (A_3,\ B_3,\ C_3)$$

les mineurs de R'. On a

$$(a_1 - k_1)\alpha_1 + b\beta_1 + c\gamma_1 = 0,$$
$$(a_1 - k_1)D\alpha_1 + bD\beta_1 + cD\gamma_1 = \alpha_1,$$
$$(a_1 - k_3)\alpha_3 + b\beta_3 + c\gamma_3 = 0.$$

Multiplions ces relations respectivement par A_1, A_2, A_3 et ajoutons. Il viendra

$$(k_1A_1 + A_2)\alpha_1 + k_1A_2D\alpha_1 + k_3A_3\alpha_3 = 0.$$

Mais, si R' est nul, on a :

$$A_1\alpha_1 + A_2D\alpha_1 + A_3\alpha_3 = 0.$$

Par suite,

$$A_2\alpha_1 + (k_3 - k_1)A_3\alpha_3 = 0.$$

De même

$$B_2\beta_1 + (k_3 - k_1)B_3\beta_3 = 0,$$
$$C_2\gamma_1 + (k_3 - k_1)C_3\gamma_3 = 0.$$

On tire de ces trois équations

$$A_2\alpha_1 :\ A_3\alpha_3 := B_2\beta_1 :\ B_3\beta_3 = C_2\gamma_1 :\ C_3\gamma_3.$$

Si $R'=0$, on a aussi :

$$A_2 :\ A_3 = B_2 :\ B_3 := C_2 :\ C_3.$$

De ces deux proportions, on déduit

$$\alpha_1 :\ \alpha_3 = \beta_1 :\ \beta_3 = \gamma_1 :\ \gamma_3,$$

et de cette proportion nouvelle, à cause des égalités :

$$\begin{gathered}(a_1 - k_1)\alpha_1 + b_1\beta_1 + c_1\gamma_1 = 0\,,\\ (a_1 - k_3)\alpha_3 + b_1\beta_3 + c_1\gamma_3 = 0,\end{gathered}$$

on tire :

$$k_1 = k_3$$

ce qui est absurde, dans l'hypothèse considérée.

On voit donc que R' n'est pas nul. Par suite, les équations (2) et (8') sont équivalentes. Or (8') peut s'écrire :

$$\begin{vmatrix} k_1u_1 & k_1Du_1 & k_3u_3 \\ u_1 & Du_1 & u_3 \\ du_1 & dDu_1 & du_3 \end{vmatrix} - u_1 \begin{vmatrix} u_1 & u_3 \\ du_1 & du_3 \end{vmatrix} = 0\,,$$

ou, en divisant par $u^2{}_1\, u_3$,

$$(k_3 - k_1)\,\frac{u_1dDu_1 - Du_1du_1}{u_1^2} + \frac{du_1}{u_1} - \frac{du_3}{u_3} = 0.$$

Sous cette forme, on voit que (8') et (2) ont pour intégrale (9') dans le cas où (7) a deux racines égales à k_1 et une à k_3, comme nous l'avions conjecturé au n° précédent.

§ III. SECOND CAS PARTICULIER.

5. *Passage du premier cas particulier au second, par induction.* On peut écrire, au lieu des équations (3') (5_3) (8'), (9') en posant $k_3 - k_1 = \Delta k_1$, $\alpha_3 - \alpha_1 = \Delta\alpha_1$, $\beta_3 - \beta_1 = \Delta\beta_1$, $\gamma_3 - \gamma_1 = \Delta\gamma_1$:

$$R' = \begin{vmatrix} \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 \\ D\alpha_1 & D\beta_1 & D\gamma_1 \\ \Delta\alpha_1 - \Delta k_1.D\alpha_1, & \Delta\beta_1 - \Delta k_1.D\beta_1, & \Delta\gamma_1 - \Delta k_1.D\gamma_1 \end{vmatrix}$$

$$a(\Delta\alpha_1 - \Delta k_1.D\alpha_1) + b(\Delta\beta_1 - \Delta k_1.D\beta_1) + c(\Delta\gamma_1 - \Delta k_1.D\gamma_1)$$
$$= k_3u_3 - k_1u_1 - \Delta k_1.Dk_1u_1$$

$$\begin{vmatrix} k_1u_1, & Dk_1u_1, & k_3u_3 - k_1u_1 - \Delta k_1 D.k_1u_1 \\ u_1\ , & Du_1\ , & u_3 - u_1 - \Delta k_1 Du_1 \\ du_1\ , & dDu_1\ , & du_3 - du_1 - \Delta k_1 dDu_1 \end{vmatrix} = 0'.$$

$$\log u_3 - \log u_1 - \Delta k_1 D \log u_1 = - C'.$$

Divisons ces relations par $\frac{(k_3 - k_1)^2}{1.2}$, et faisons tendre $k_3 - k_1$ vers 0. A la limite, il viendra, en posant

$$R'' = \lim 2 \frac{R'}{(k_3 - k_1)^2}, \quad C'' = \lim 2 \frac{- C'}{(k_3 - k_1)^2},$$

$$R'' = \begin{vmatrix} \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 \\ D\alpha_1 & D\beta_1 & D\gamma_1 \\ D^2\alpha_1 & D^2\beta_1 & D^2\gamma_1 \end{vmatrix}, \quad \ldots\ldots \quad (3'')$$

$$aD^2\alpha_1 + bD^2\beta_1 + cD^2\gamma_1 = D^2k_1u_1 = D^2k_1(\alpha_1x + \beta_1y + \gamma_1z), \quad (5''_3)$$

$$\begin{vmatrix} k_1u_1, & Dk_1u_1, & D^2k_1u_1 \\ u_1\ , & Du_1\ , & D^2u_1 \\ du_1\ , & dDu_1\ , & dD^2u_1 \end{vmatrix} = 0, \quad \ldots \quad (8'')$$

$$D^2 \log u_1 = C'' \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9'')$$

On peut conjecturer, comme dans le cas précédent, que (9″) est l'intégrale générale de l'équation (2), dans le cas où (7) a trois racines égales à k_1, mais il faut encore vérifier cette conjecture, par un calcul direct.

6. *Vérification de la solution précédente.* Multiplions l'équation (2), par le déterminant (5″), où nous supprimons les indices 1, parce qu'ils sont inutiles. Nous obtiendrons l'équation (8″) (où nous supposons également les indices supprimés, pour plus de facilité), pourvu que l'on ait :

$$a\alpha + b\beta + c\gamma = ku = k(\alpha x + \beta y + \gamma z) \quad . \quad (5_1)$$

$$\begin{aligned} a\mathrm{D}\alpha + b\mathrm{D}\beta + c\mathrm{D}\gamma = \mathrm{D}(ku) = k\mathrm{D}\,(\alpha x + \beta y + \gamma z) \\ + \alpha x + \beta y + \gamma z, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5'_2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a\mathrm{D}^2\alpha + b\mathrm{D}^2\beta + c\mathrm{D}^2\gamma = \mathrm{D}^2(ku) = k\mathrm{D}^2(\alpha x + \beta y + \gamma z) \\ + 2\mathrm{D}(\alpha x + \beta y + \gamma z) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5''_3) \end{aligned}$$

L'équation (5_1) conduit aux équations (6) et (7), comme dans le cas général. L'équation $(5'_2)$ exprime, comme dans le cas précédent, que k est une racine double de l'équation (7). L'équation $(5''_3)$ entraîne les suivantes :

$$\begin{aligned} a_1\mathrm{D}^2\alpha + b_1\mathrm{D}^2\beta + c_1\mathrm{D}^2\gamma &= k\mathrm{D}^2\alpha + 2\mathrm{D}\alpha, \\ a_2\mathrm{D}^2\alpha + b_2\mathrm{D}^2\beta + c_2\mathrm{D}^2\gamma &= k\mathrm{D}^2\beta + 2\mathrm{D}\beta, \\ a_3\mathrm{D}^2\alpha + b_3\mathrm{D}^2\beta + c_3\mathrm{D}^2\gamma &= k\mathrm{D}^2\gamma + 2\mathrm{D}\gamma, \end{aligned}$$

ou encore,

$$\begin{aligned} \mathrm{D}^2\left[(a_1 - k_1)\alpha + b_1\beta + c_1\gamma\right] &= 0, \\ \mathrm{D}^2\left[a_2\alpha + (b_2 - k)\beta + c_2\gamma\right] &= 0, \\ \mathrm{D}^2\left[a_3\alpha + b_3\beta + (c_3 - k)\gamma\right] &= 0, \end{aligned}$$

c'est-à-dire, en appelant encore S, le premier membre de l'équation (7) :

$$\mathrm{D}^2\mathrm{S} = 0.$$

Cette équation, avec $(5'_2)$, exprime que $\mathrm{S}=0$ a une racine triple. L'équation ($5''_3$) peut donc être vérifiée dans le cas actuel.

Je dis, de plus, que le déterminant R″ n'est pas nul. Appelons encore les mineurs

$$A_1, B_1, C_1, \quad A_2, B_2, C_2, \quad A_3, B_3, C_3,$$

on a

$$(a_1 - k)\alpha + b_1\beta + c_1\gamma = 0, \dots \dots \quad (6_1)$$
$$(a_1 - k)D\alpha + b_1 D\beta + c_1 D\gamma = \alpha, \dots \quad (6'_1)$$
$$(a_1 - k)D^2\alpha + b_1 D^2\beta + c_1 D^2\gamma = 2D\alpha \dots \quad (6''_1)$$

Multiplions ces égalités par A_1, A_2, A_3 et ajoutons. Il viendra :

$$A_2\alpha + 2A_3 D\alpha = 0.$$

De même

$$B_2\beta + 2B_3 D\beta = 0.$$
$$C_2\gamma + 2C_3 D\gamma = 0.$$

On déduit de là

$$\alpha : D\alpha = \beta : D\beta = \gamma : D\gamma,$$

et, à cause des équations (6_1) ($6'_1$) :

$$\alpha = 0,$$

ce qui est absurde, puisque α est arbitraire.

R″ n'étant pas nul, l'équation (2) est complétement équivalente à (8″). Celle-ci peut s'écrire :

$$\begin{vmatrix} k_1 u, & k_1 Du + u, & k_1 D^2 u + 2Du \\ u & Du & D^2 u \\ du & dDu & dD^2 u \end{vmatrix} = 0,$$

ou

$$\begin{vmatrix} 0 & u & 2Du \\ u & Du & D^2 u \\ du & dDu & dD^2 u \end{vmatrix} = 0,$$

c'est-à-dire, en développant,

$$du\,(u\mathrm{D}^2u - 2\mathrm{D}u^2) + 2u\mathrm{D}u\,d\mathrm{D}u - u^2 d\mathrm{D}^2u = 0.$$

Multiplions par u, ajoutons et retranchons $u^2\mathrm{D}^2u\,du$, puis divisons par u^4, il viendra :

$$\frac{2udu\,(u\mathrm{D}^2u - \mathrm{D}u^2) - u^2\,(ud\mathrm{D}^2u + \mathrm{D}^2u\,du - 2\mathrm{D}u\,d\mathrm{D}u)}{u^4} = 0.$$

Sous cette forme, l'équation est immédiatement intégrable, car elle peut s'écrire :

$$-\,d\left(\frac{u\mathrm{D}^2u - \mathrm{D}u^2}{u^2}\right) = 0.$$

Elle a pour intégrale :

$$\frac{u\mathrm{D}^2u - \mathrm{D}u^2}{u^2} = \mathrm{C}'',$$

ou encore

$$\mathrm{D}^2 \log u = \mathrm{C}''.$$

L'équation (9″) est donc bien l'intégrale dans le cas où (7) a une racine triple.

§ IV. HISTORIQUE.

7. *Historique de la méthode de Jacobi proprement dite.* JACOBI a donné, le premier, dans le *Journal de Crelle* (*) l'intégrale générale de l'équation

$$\begin{aligned}(a_1x + a_2x + a_3)\,(-dy) &+ (b_1x + b_2y + b_3)\,dx \\ &+ (c_1x + c^2y + c_3)\,(xdy - ydx). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)\end{aligned}$$

(*) T. XXIV, pp. 1-4.

Cette équation, dit-il, est une généralisation de la suivante :

$$y(c + nx)dx - (y + a + bx + nx^2)dy = 0,$$

ou

$$(bx + y + a)(- dy) + cy\,dx - nx\,(xdy - ydx) = 0,$$

qu'**Euler** a traitée, dans son *Calcul intégral* (*), en prenant une nouvelle variable dépendante z, liée à x et y, par la formule

$$z = \frac{y(c + nx)}{y + a + bx + nx^2}.$$

La méthode de Jacobi ne diffère pas au fond de celle qui est exposée au n° 1 du § I. Le géomètre allemand n'emploie pas la variable fictive z et ne multiplie pas l'équation par le déterminant R, de sorte que ses calculs sont plus longs que les nôtres; mais il introduit directement les nouvelles variables

$$u_1 = \alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1, \quad u_2 = \alpha_2 x + \beta_2 y + \gamma_2, \quad u_3 = \alpha_3 x + \beta_3 y + \gamma_3,$$

et c'est le point essentiel, dans la question qui nous occupe.

En réalité, notre premier numéro est donc une reproduction du travail de Jacobi, sous une forme plus élégante. MM. **Moigno** et **Serret**, dans leurs *Cours de calcul intégral* (**), ont exposé aussi la méthode de Jacobi, sans y faire aucun changement, et, pas plus que l'illustre mathémati-

---

(*) T. I, Prob. 64, Ex. 2, n° 488, 1^re^ édition, 1768, pp. 345-346; 3^e^ éd., 1824, pp. 300-301.

(**) **Moigno**, *Calcul intégral*, n° 190, pp. 358-360 de la traduction allemande. **Serret**, *Calcul intégral*, n° 666, pp. 425-431.

cien, ils n'ont songé à démontrer que R n'est pas nul, quoique ce soit nécessaire, au moins dans un ouvrage didactique.

M. **Serret** s'occupe superficiellement du cas où l'équation en k n'a pas trois racines inégales, cas dont **Jacobi** n'a pas parlé (*). Il devine l'intégrale générale, mais non le procédé d'intégration, dans le cas où l'équation en k a deux ou trois racines égales, en s'appuyant implicitement sur le postulatum suivant, qu'il semble regarder comme un axiome : « *Quand les coefficients de l'équation différentielle* (2) *varient d'une manière continue, la forme de l'intégrale générale varie aussi d'une manière continue.* » Ce postulatum, qui est admis explicitement par **Boole** (**), pour une équation différentielle quelconque du premier ordre, est d'une grande utilité, en maintes occasions, pour deviner la forme d'une intégrale générale, comme le prouve la question traitée dans cette note même; mais il ne semble pas pouvoir être démontré, dans l'état actuel de la science, en supposant qu'il soit exact, en général. Il était donc nécessaire de modifier, comme nous l'avons fait, la méthode d'intégration et de montrer que, dans le cas où l'équation en k a des racines égales, le procédé modifié conduit vraiment aux intégrales devinées par M. **Serret**.

8. *Autres recherches sur l'équation de Jacobi.* **Boole** a donné (***) une autre méthode pour intégrer l'équation (1). Il pose $x=\xi+m$, $y=\eta+n$ et arrive à une transformée

$$(a'_1\xi+a'_2\eta)(-d\eta)+(b'_1\xi+b'_2\eta)\,d\xi+(c'_1\xi+c'_2\eta)(\xi d\eta-\eta d\xi)=0,$$

(*) **Serret**, *Calcul intégral*, n^{os} 667, pp. 431-433.

(**) *Treatise on differential equations.* Supplementary volume. Cambridge and London. Macmillan and Co. 1865. Chap. XIX, n° 2, pp. 2-3.

(***) *Treatise*, etc., 2^{d} edition. 1865. Ch. V, n° 8, pp. 84-86.

qui prend une forme intégrable, en posant $\eta = t\xi$. La détermination des valeurs de m et de n, qui permettent de faire cette transformation, dépend encore de la résolution de l'équation auxiliaire en k (7). Cette méthode de Boole, qui deviendrait aussi plus intuitive, en introduisant la variable fictive z, ne donne pas lieu à des calculs aussi élégants que celle de Jacobi, mais elle conduit en tout cas à l'intégrale générale, que l'équation en k, ait ou non, toutes ses racines inégales. Au fond, on y regarde l'équation transformée comme un cas particulier de celle-ci :

$$\begin{vmatrix} P & Q & R \\ x & y & z \\ dx & dy & dz \end{vmatrix} = 0,$$

où P, Q, R, sont des fonctions homogènes de degré p, q, r. Si $p = q$, cette dernière équation est toujours réductible à une équation de Jacques Bernoulli, en posant $y = tx$.

Hesse a indiqué le moyen d'intégrer une équation aux dérivées partielles du premier ordre analogue à l'équation différentielle de Jacobi (*). M. Fouret s'est occupé de l'interprétation géométrique, tant de celle-ci que de celle de Hesse, mais il n'a pas examiné encore le cas où l'équation en k a des racines égales (**).

Il est clair que l'on peut transformer, par la méthode de Jacobi simplifiée, une équation d'ordre supérieur au

---

(*) *Journal de Crelle*, t. XXV, p. 171-177. Voir notre *Théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre*. Paris, Gauthier-Villars, 1875, § 6, n° 27, Ex. III, pp. 53-56.

(**) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. LXXVIII, p. 831, 1693, 1837, t. LXXXIII, p. 794.

premier, celle-ci du second, par exemple,

$$\begin{vmatrix} A, & B, & C, & E \\ x, & y, & z, & t \\ dx, & dy, & dz, & dt \\ d^2x & d^2y & d^2z, & d^2t \end{vmatrix} = 0,$$

où $t=1$, en une autre de la forme

$$u_1u_2u_3u_4 \begin{vmatrix} k_1 & k_2 & k_3 & k_4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ du_1 & du_2 & du_3 & du_4 \\ d^2u_1 & d^2u_2 & d^2u_3 & d^2u_4 \end{vmatrix} = 0.$$

Les quantités k_1, k_2, k_3, k_4, sont des constantes, A, B, C, D, des fonctions linéaires des variables, données d'avance, u_1, u_2, u_3, u_4, d'autres fonctions linéaires faciles à déterminer.

Ce n'est pas la seule généralisation dont la question soit susceptible. Étant donné une équation contenant n variable,

$$\begin{vmatrix} dx_1 & dx_2 & dx_3 & \dots \\ x_1 & x_2 & x_3 & \dots \\ A_1 & B_1 & C_1 & \dots \\ A_2 & B_2 & C_2 & \dots \\ . & . & . & . \end{vmatrix} = 0$$

où entrent n fonctions linéaires données $A_1, B_1, C_1, \ldots$, et $n(n-3)$ fonctions linéaires $A_2, B_2, C_2, \ldots$ à coefficients indéterminés on peut se proposer de déterminer ceux-ci de manière que l'équation transformée au moyen des relations

$$u_1 = \alpha_1 x_1 + \beta_1 x_2 + \gamma_1 x_3 + \ldots,$$
$$u_2 = \alpha_2 x_1 + \beta_2 x_2 + \gamma_2 x_3 + \ldots, \text{ etc.}$$

prenne la forme

$$\begin{vmatrix} du_1 & du_2 & du_3 & \dots \\ u_1 & u_2 & u_3 & \dots \\ k_1u_1 & k_2u_2 & k_3u_3 & \dots \\ l_1u_1 & l_2u_2 & l_3u_3 & \dots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{vmatrix} = 0.$$

Ce problème a été résolu par M. Radau, au moins dans le cas général, c'est-à-dire quand l'équation analogue à (7) a toutes ses racines inégales (*). Dans ce cas, évidemment, on trouve une intégrale de la forme

$$u_1^{\nu_1} u_2^{\nu_2} u_3^{\nu_3} \dots = \text{constante}.$$

M. A. Winckler a généralisé la question d'une autre manière en cherchant dans quel cas $M dx + N dy = 0$, où M et N sont des fonctions entières du second degré, a une intégrale de la même forme que celle de l'équation de Jacobi (**).

Enfin M. J. Rosanes a rencontré celle-ci en traitant la question suivante : Si M et N, dans $M dx + N dy = 0$, sont des fonctions entières du $n^{\text{ième}}$ degré, dans quel cas les substitutions linéaires

$$z = \frac{\alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1}{\alpha_3 x + \beta_3 y + \gamma_3}, \quad u = \frac{\alpha_2 x + \beta_2 y + \gamma_2}{\alpha_3 x + \beta_3 y + \gamma_3}$$

réduirent-elles cette équation à la forme $P dz + Q du = 0$,

(*) C. R. LXVI, p. 904. Nous ne connaissons cette note que par un extrait qui a paru dans *les Mondes* de l'abbé Moigno, 2e série, t. XVII, pp. 86-87. M. Radau est probablement le premier qui ait mis les équations analogues à celle de Jacobi sous forme homogène.

(**) *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Wien*, LXIV, pp. 247-283 (d'après les *Forschritte der Mathematik*, t. III, p. 146).

où P et Q sont du $(n-1)^{ième}$ degré en z et u? Il montre que cette réduction est possible, chaque fois que $xM+yN$ est un polynôme du $n^{ième}$ degré seulement, et que l'on peut déterminer α_3, β_3, γ_3, de manière que $\alpha_3M-\beta_3N$ soit divisible par $\alpha_3x+\beta_3y+\gamma_3$; ce qui arrive toujours dans le cas de l'équation de Jacobi (*).

Comme on le voit, l'équation de Jacobi a été l'origine d'un grand nombre de recherches sur des équations analogues à divers points de vue. Cette circonstance justifie l'étude minutieuse que nous avons faite de la méthode d'intégration du grand géomètre.

Addition à la note sur l'équation différentielle de Jacobi;

par P. Mansion, professeur à l'Université de Gand.

M. Allégret a signalé, récemment, de curieuses relations entre l'équation différentielle de Jacobi et certaines équations homogènes simultanées, pour lesquelles M. Catalan a esquissé une élégante méthode d'intégration. En examinant celle-ci, nous avons reconnu qu'elle nécessite une discussion anologue à celle que nous avons donnée pour l'équation de Jacobi, dans le petit travail présenté, en mai dernier, à l'Académie. Voici cette discussion, exposée sommairement sur le cas de trois variables. On peut en faire une semblable dans le cas de n variables, n étant plus

---

(*) *Journal de Schlömilch*, t. XVI, pp. 263-268 (d'après les *Forschritte der Mathematik*, t. III, p. 142).

grand que 3, et généraliser, par conséquent, d'une nouvelle manière, la question traitée par Jacobi (*).

I

Cas général.

1. *Méthode d'intégration de M. Catalan.* Soient les équations sumultanées.

$$\frac{dX}{A} = \frac{dY}{B} = \frac{dZ}{C}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$A = a_1X + a_2Y + a_3Z,\quad B = b_1X + b_2Y + b_3Z,\quad C = c_1X + c_2Y + c_3Z,$$

où (a_1, a_2, a_3) (b_1, b_2, b_3) (c_1, c_2, c_3) sont des constantes, X, Y, Z des variables.

On en déduit les relations :

$$\frac{\alpha_1 dX + \beta_1 dY + \gamma dZ}{\alpha_1 A + \beta_1 B + \gamma_1 C} = \frac{\alpha_2 dX + \beta_2 dY + \gamma_2 dZ}{\alpha_2 A + \beta_2 B + \gamma_2 C} = \frac{\alpha_3 dX + \beta_3 dY + \gamma_3 Z}{\alpha_3 A + \beta_3 B + \gamma_3 C}, \quad (2)$$

$(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$ $(\alpha_2, \beta_2, \gamma_2)$ $(\alpha_3, \beta_3, \gamma_3)$ étant des constantes encore indéterminées. Posons

$$\begin{aligned} \alpha_1 X + \beta_1 Y + \gamma_1 Z &= U_1, & \alpha_1 a + \beta_1 b + \gamma_1 c &= k_1 U_1,\\ \alpha_2 X + \beta_2 Y + \gamma_2 Z &= U_2, & \alpha_2 a + \beta_2 b + \gamma_2 c &= k_2 U_2,\\ \alpha_3 X + \beta_3 Y + \gamma_3 Z &= U_3, & \alpha_3 a + \beta_3 b + \gamma_3 c &= k_3 U_3. \end{aligned}$$

(*) Les recherches de M. Allégret ne nous sont connues que par une lettre de M. E. Catalan. Elles ont été communiquées à l'*Association françasie pour l'avancement des sciences*, en 1876. Sur la méthode de M. Catalan pour intégrer les équations simultanées dont nous parlons, voir les *Bulletins* de l'Académie de Belgique, 2e série, t. XXI, pp. 23-30, 1866 : *Note sur l'intégration d'un système d'équations homogènes,* par M. E. Catalan.

D'après ces relations, les quantités α, β, γ, k, sont déterminées par les équations:

$$\begin{array}{l} a_1\alpha + b_1\beta + c_1\gamma = k\alpha, \\ a_2\alpha + b_2\beta + c_2\gamma = k\beta, \\ a_3\alpha + b_3\beta + c_3\gamma = k\gamma, \end{array} \qquad \begin{vmatrix} a_1 - k, & b_1 & c_1 \\ a_2 \;, & b_2 - k, & c_2 \\ a_3 \;, & b_3 \;, & c - k_3 \end{vmatrix} = 0.$$

Si ces équations sont vérifiées par trois systèmes différents de valeurs pour α, β, γ, k, les équations (2) pourront s'écrire :

$$\frac{dU_1}{k_1U_1} = \frac{dU_2}{k_2U_2} = \frac{dU_3}{k_3U_3} \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

Les intégrales de ces équations transformées

$$\frac{\log U_1}{k_1} = \frac{\log U_2 + G}{k_2} = \frac{\log U_3 + H}{k_3},$$

où G et H sont les constantes arbitraires, seront aussi celles des équations primitives, si les équations (1) peuvent se déduire des équations (2) ou (3), comme on déduit celles-ci des équations (1). Or, il en est réellement ainsi, dans le cas où les trois valeurs de k sont inégales, comme nous allons le montrer.

2. *Le système transformé est équivalent au système primitif.* Soit

$$R = \begin{vmatrix} \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 \\ \alpha_2 & \beta_2 & \gamma_2 \\ \alpha_3 & \beta_3 & \gamma_3 \end{vmatrix} = \alpha_1A_1 + \alpha_2A_2 + \alpha_3A_3 \\ = \beta_1B_1 + \beta_2B_2 + \beta_3B_3 = \gamma_1C_1 + \gamma_2C_2 + \gamma_3C_3.$$

Nous avons montré, dans la *Note sur l'équation de Jacobi*, que R n'est pas nul. On peut donc déduire, des équations qui définissent U_1, U_2, U_3, k_1, k_2, k_3, les relations :

$$\begin{aligned}
XR &= A_1U_1 + A_2U_2 + A_3U_3, & A\Delta &= A_1k_1U_1 + A_2k_2U_2 + A_3k_3U_3,\\
YR &= B_1U_1 + B_2U_2 + B_3U_3, & B\Delta &= B_1k_1U_1 + B_2k_2U_2 + B_3k_3U_3,\\
ZR &= C_1U_1 + C_2U_2 + C_3U_3; & C\Delta &= C_1k_1U_1 + C_2k_2U_2 + C_3k_3U_3.
\end{aligned}$$

Par conséquent, on peut écrire les équations (1), comme il suit :

$$\begin{aligned}
\frac{A_1dU_2 + A_2dU_2 + U_3dU_3}{A_1k_1U_1 + A_2k_2U_2 + A_3k_3U_3} &= \frac{B_1dU_1 + B_2dU_2 + B_3dU_3}{B_1k_1U_1 + B_2k_2U_2 + B_3k_3U_3}\\
&= \frac{C_1dU_1 + C_2dU_2 + C_3dU_3}{C_1k_1U_1 + C_2k_2U_3 + C_3k_3U_3}.
\end{aligned}$$

Sous cette forme, on voit immédiatement qu'elles sont une conséquence des équations (3), comme il fallait le démontrer.

3. *Intégration de l'équation de Jacobi, par la méthode de M. Allégret.* Posons, dans le système (1) :

$$X = xZ, \quad Y = yZ,$$
$$a = a_1x + a_2y + a_3, \quad b = b_1x + b_2y + b_3, \quad c = c_1x + c_2y + c_3.$$

Il viendra :

$$\frac{Zdx + xdZ}{Za} = \frac{Zdy + ydZ}{Zb} = \frac{dZ}{Zc}.$$

On tire de là, par la théorie des proportions :

$$\frac{dx}{a - cx} = \frac{dy}{b - cy} = \frac{dZ}{Zc}.$$

La première de ces deux dernières équations :

$$bdx - ady + c(xdy - ydx) = 0,$$

est l'équation de Jacobi.

On peut donc déduire l'intégrale générale de celle-ci, du système intégral de (1) :

$$\frac{\log U_1}{k_1} = \frac{\log U_2 + G}{k_2} = \frac{\log U_3 + H}{k_3},$$

en y faisant $X = x\,Z$, $Y = y\,Z$, puis en en éliminant Z. Posons, pour cela,

$$u_1 = \alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1,\quad u_2 = \alpha_2 x\,\beta_2 y + \gamma_2,\quad u_3 = \alpha_3 x + \beta_3 y + \gamma_3,$$

de sorte que $U_1 = u_1 Z$, $U_2 = u_2 Z$, $U_3 = u_3 Z$. Le système intégral pourra s'écrire

$$\frac{\log Z + \log u_1}{k_1} = \frac{\log Z + \log u_2 + G}{k_2} = \frac{\log Z + \log U_3 + H}{k_3}.$$

Multiplions les termes de ces rapports, respectivement par $(k_2 - k_3)$, $(k_3 - k_1)$, $k_1 - k_2)$, et ajoutons les trois numérateurs et les trois dénominateurs, après cette multiplication. Nous trouverons ainsi la relation indépendante de Z :

$$\begin{aligned}(k_2 - k_3)\log u_1 + (k_3 - k_1)\log u_2 + (k_1 - k_2)\log u_3 \\ + (k_3 - k_1)\,G + (k_1 - k_2)\,H = 0,\end{aligned}$$

qui est l'intégrale de Jacobi.

II

PREMIER CAS PARTICULIER.

4. *Extension de la méthode de M. Catalan, au cas où l'équation en* k *a deux racines égales.* Une discussion analogue à celle que nous avons faite dans le § II de la *Note sur l'équation de Jacobi,* permet de prouver que le système (1) est équivalent au suivant :

$$\frac{dU_1}{k_1 U_1} = \frac{dDU_2}{D(k_1 U_2)} = \frac{d\,U_3}{k_3 U_3}.$$

quand l'équation en k a deux racines égales à k_1; D indique une dérivée relative à k_1.

La première des deux équations précédentes peut s'écrire successivement :

$$k_1(\mathrm{DU}_1 d\mathrm{U}_1 - \mathrm{U}_1 d\mathrm{DU}_1) + \mathrm{U}_1 d\mathrm{U}_1 = 0,$$

$$\frac{d\mathrm{U}_1}{k_1\mathrm{U}_1} = \frac{\mathrm{U}_1 d\mathrm{DU}_1 - \mathrm{DU}_1 d\mathrm{U}_1}{\mathrm{U}_1^2}.$$

Par suite, le système transformé prend la forme :

$$\frac{d\mathrm{U}_1}{k_1\mathrm{U}_1} = \frac{\mathrm{U}_1 d\mathrm{DU}_1 - \mathrm{DU}_1 d\mathrm{U}_1}{\mathrm{U}_1^2} = \frac{d\mathrm{U}_3}{k_3\mathrm{U}_3},$$

et il a pour intégrales :

$$\log \mathrm{U}_1 - k_1\frac{\mathrm{DU}_1}{\mathrm{U}_1} = \mathrm{G},$$

$$\log \mathrm{U}_3 - k_3\frac{\mathrm{DU}_1}{\mathrm{U}_1} = \mathrm{H}.$$

3. *Intégration de l'équation de Jacobi, par la méthode de M. Allégret, dans le premier cas particulier.* En introduisant les fonctions u_1, u_2, le système intégral trouvé devient :

$$\log \mathrm{Z} + \log u_1 = k_1\frac{\mathrm{D}u_1}{u_1} = \mathrm{G},$$

$$\log \mathrm{Z} + \log u_3 = k_3\frac{\mathrm{D}u_1}{u_1} + \mathrm{H}.$$

Soustrayant ces équations l'une de l'autre, on arrive à l'intégrale de l'équation de Jacobi :

$$\log\left(\frac{u_1}{u_3}\right) = (k_1 - k_3)\frac{\mathrm{D}u_1}{u_1} + \mathrm{G} - \mathrm{H},$$

que M. Serret a trouvée par induction et dont nous avons prouvé l'exactitude, dans la note citée.

III

SECOND CAS PARTICULIER.

6. *Extension de la méthode de M. Catalan, au cas où l'équation en k a trois racines égales.* Appelons k cette racines triple. Les équations équivalentes à (1) sont, dans le cas actuel, en supprimant les indices

$$\frac{d\mathrm{U}}{k\mathrm{U}} = \frac{d\mathrm{DU}}{\mathrm{D}(k\mathrm{U})} = \frac{d\mathrm{D}^2\mathrm{U}}{\mathrm{D}_2(k\mathrm{U})},$$

que l'on peut encore écrire :

$$\left.\begin{aligned} d\mathrm{U}.\mathrm{D}(k\mathrm{U}) - k\mathrm{U}.d\mathrm{DU} &= 0, \\ d\mathrm{U}.\mathrm{D}^2(k\mathrm{U}) - k\mathrm{U}.d\mathrm{D}^2\mathrm{U} &= 0. \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

La seconde de ces équations est la dérivée de la première par rapport à k. Il résulte, de cette circonstance curieuse, que *l'on peut déduire le système intégral de* (4) *de l'intégrale de la première seule des deux équations*, comme on va le voir.

Posons

$$\mathrm{T} = \log \mathrm{U} - k\frac{\mathrm{DU}}{\mathrm{U}}.$$

La première des deux équations (4) peut s'écrire :

$$\mathrm{U}^2 d\mathrm{T} = 0. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

La seconde, par conséquent, est

$$\mathrm{D}(\mathrm{U}^2 d\mathrm{T}) = 0,$$

ou

$$2\mathrm{UDU}d\mathrm{T} + \mathrm{U}^2 d\mathrm{DT} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Les équations (5) et (6) peuvent être remplacées par

$$dT = 0, \quad dDT = 0.$$

Sous cette forme, on voit que le système intégral se compose de l'intégrale de $dT = 0$, ou

$$\log U - k\frac{DU}{U} = G,$$

et de sa dérivée par rapport à k, savoir :

$$-kD\frac{DU}{U} = DG.$$

ou encore

$$D\frac{DU}{U} = H \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

en posant $DG = -kH$.

L'intégrale (7), que l'on peut écrire explicitement

$$\frac{UD^2U - (DU)^2}{U^2} = H,$$

ne contient plus k. On peut vérifier qu'elle est l'intégrale générale de l'équation :

$$\begin{vmatrix} U\ , & dUDU - UdDU \\ 2DU\ , & dUD^2U - UdD^2U \end{vmatrix} = 0,$$

obtenue en éliminant k entre les deux équations (4).

7. *Intégration de l'équation de Jacobi par la méthode de M. Allegret.* L'équation (7) devient immédiatement, en posant $U = u\ Z$, $u = \alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1$,

$$D\frac{Du}{u} = H,$$

ou

$$\frac{uD^2u - (Du)^2}{u^2} = H,$$

intégrale trouvée inductivement par M. Serret.

8. *Remarque.* Comme on le voit, la méthode de M. Allégret, pour intégrer l'équation de Jacobi, exige des calculs tout semblables à ceux que nous avons exposés dans notre précédent travail; et l'on n'arrive, à l'intégrale, que par de vrais artifices, comme dans la méthode de Jacobi elle-même. Néanmoins, à nos yeux, *elle a sur celle-ci et sur celle de Boole le grand avantage de conduire à la généralisation la plus naturelle de la question.*

Sur les sous-normales polaires et la courbure des surfaces; par M. Émile Ghysens (*).

Il existe des relations simples entre les sous-normales polaires et les rayons de courbure de plusieurs lignes planes et de leur résultante; je me propose d'établir des relations analogues, où entrent les sous-normales polaires, les courbures moyennes et les rayons de courbure des sections normales de plusieurs surfaces, dont les rayons vecteurs correspondants sont liés entre eux d'une manière quelconque. J'indique, dans le premier paragraphe, quelques transformations que l'on peut faire subir à des formules obtenues précédemment; et j'essaye de mettre ces formules à l'abri de certaines objections (**).

(*) Ce travail est un complément à celui que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans la séance du 6 janvier 1877.

(**) Voir les rapports de MM. les commissaires.

I.

Soient A_1, A_2..... A_n les points d'intersection, des lignes planes C_1, C_2... C_n, avec une même droite OD, passant par le pôle ; r_1, r_2,... r_n les rayons vecteurs correspondants ; ρ_1, ρ_2,... ρ_n les rayons de courbure ; α_1, α_2... α_n les angles que fait la direction commune des rayons vecteurs avec les normales ; soient enfin ρ'_1, ρ'_2 .... ρ'_n les rayons de courbure de n nouvelles courbes, respectivement tangentes aux premières, en A_1,.... A_n. On a la relation

$$(1)\,.\;.\;\sum_{p=1}^{p=n} \frac{r_p^2}{\cos^3\alpha_p}\,\frac{dr}{dr_p}\left(\frac{1}{\rho_p}-\frac{1}{\rho'_p}\right)=\frac{r^2}{\cos^3\alpha}\left(\frac{1}{\rho}-\frac{1}{\rho'}\right)(^*),$$

r étant le rayon vecteur des résultantes en leur point de contact A, situé sur OD ; α l'angle que fait la normale en ce point avec le rayon vecteur ; ρ, ρ' les rayons de courbure.

On peut mettre la formule (1) sous une forme symétrique. Si les rayons vecteurs correspondants sont liés par l'équation

$$\varphi(r, r_1 \ldots r_n) = 0,$$

la dérivée partielle de r, par rapport à r_p, est donnée par

$$\frac{dr}{dr_p} = -\frac{\dfrac{d\varphi}{dr_p}}{\dfrac{d\varphi}{dr}}.$$

(*) Voir la première Note.

La formule (1) est donc équivalente à celle-ci

$$(2) \quad . \quad . \quad . \quad . \sum_{p=0}^{p=n} \frac{r_p^2}{\cos^3\alpha_p}\left(\frac{1}{\rho_p} - \frac{1}{\rho'_p}\right)\frac{d\varphi}{dr_p} = 0,$$

en faisant

$$r = r_0, \quad \alpha = \alpha_0, \quad \rho' = \rho'_0.$$

Dans la démonstration de la formule, on a supposé que les courbes $C_1, \ldots C_n$ se composaient chacune d'une seule branche. Cette supposition ne restreint pas la généralité du résultat; car on peut assimiler une ligne formée de p branches à un système de p courbes. Ainsi, pour appliquer la formule (2) à une ligne d'ordre m, on regarde les m branches de cette ligne comme autant de courbes distinctes.

La relation (1) conduit à une propriété intéressante des enveloppées. Avant de l'énoncer, nous devons rappeler une définition. Si les rayons vecteurs correspondants, de deux lignes, satisfont à une équation $F(r, r_1) = 0$, l'une d'elles est une *transformée par rayon vecteur* de l'autre, et l'équation donnée exprime la *loi de transformation.* On démontre facilement que la transformée d'une courbe enveloppe est l'enveloppe des transformées des courbes enveloppées (*).

D'après cela, étant donnés un système de courbes enveloppées et leur enveloppe, la transformation par rayon vecteur permet d'en déduire un nouveau système d'enveloppées et leur enveloppe. Soient $\Delta\left(\frac{1}{\rho_1}\right)$ la différence des courbures d'une enveloppée du premier système et de

---

(*) Ce théorème suppose qu'on a transformé l'enveloppée et son enveloppe suivant la même loi. [Voir *Nouvelle Correspondance*, t. II, p. 167.]

son enveloppe, $\Delta\left(\frac{1}{\rho}\right)$ la quantité analogue, dans le second système, au point correspondant. On aura, par la formule (1),

$$(3) \quad \ldots\ldots \quad \frac{\Delta\left(\frac{1}{\rho}\right)}{\Delta\left(\frac{1}{\rho_1}\right)} - \frac{r_1^2 \cos^3 x}{r^2 \cos^3 \alpha} \frac{dr}{dr_1}.$$

II.

Si les rayons vecteurs correspondants $r, r_1 \ldots r_n$ de plusieurs surfaces vérifient une équation

$$(4) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \varphi(r, r_1 \ldots r_n) = 0,$$

on peut dire que l'une d'elles est une résultante des autres.

Dans le plan OAN, déterminé par le rayon vecteur OA d'une surface et la normale AN, élevons, en O, une perpendiculaire au rayon vecteur. Le segment intercepté sur cette perpendiculaire, entre le pôle et la normale AN, est la sous-normale polaire de la surface.

Représentons par A, $A_1, \ldots$ A_n les points d'intersection d'une droite, passant par le pôle, avec les surfaces dont les rayons vecteurs sont r, $r_1 \ldots r_n$.

Menons, par cette droite, un plan quelconque S. Les sous-normales polaires μ, $\mu_1 \ldots \mu_n$, des sections faites par ce plan, dans les surfaces considérées, satisfont à l'équation

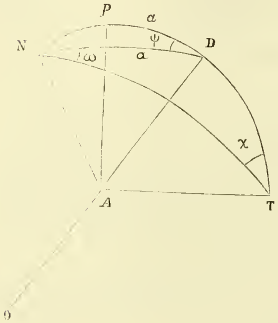
$$\Sigma \mu \frac{d\varphi}{dr} = 0 \text{ (*)}.$$

(*) Voir la première Note.

Soient α, α_1,... α_n les angles que font les normales AN, A_1 N_1,... A_n N_n, aux surfaces, avec la direction commune des rayons vecteurs; a, a_1.... a_n les angles formés par la même direction avec les normales AP, A_1 P_1... A_n P_n aux sections contenues dans le plan sécant S; ψ, ψ_1,... ψ_n les angles que fait le plan sécant avec le plans OAN, OA_1 N_1..... OA_n N_n.

La relation précédente peut être mise sous la forme

$$\Sigma r \operatorname{tg} a \frac{d\varphi}{dr} = 0.$$



Le trièdre, dont les arêtes sont AN, AP, AD, détermine, sur une sphère ayant pour centre le point A et pour rayon l'unité, un triangle, rectangle en P, dans lequel on a

$$\operatorname{tg} a = \operatorname{tg} \alpha \cos \psi \text{ (*)}.$$

On peut donc remplacer la dernière relation par

$$(5).\ .\ \Sigma r \operatorname{tg} \alpha \cos \psi \frac{d\varphi}{dr} = 0;$$

ou, plus simplement, par

$$(6)\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ \Sigma \lambda \cos \psi \frac{d\varphi}{dr} = 0,$$

en représentant par λ, λ_1... λ_n les sous-normales polaires

(*) A chaque point A_1... A_n correspond, évidemment, une relation semblable.

des $(n + 1)$ surfaces. Lorsque l'équation (4) a la forme

$$r + r_1 + \cdots + r_n = 0,$$

l'équation (6) devient

$$(7) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \Sigma\lambda \cos\psi = 0.$$

Il en résulte que la projection, sur un plan quelconque, passant par la droite OD, de la sous-normale polaire de l'une quelconque des surfaces, est égale et de signe contraire à la somme algébrique des projections, sur le même plan, des sous-normales de toutes les autres (*).

Si l'on porte, sur une transversale, passant par le pôle, une longueur égale à la somme algébrique des rayons vecteurs correspondants de n plans, on obtient un point, dont le lieu géométrique est une surface d'ordre n : par analogie, on peut lui donner le nom de *surface unicursale*. Le théorème précédent donne le moyen de construire les normales aux surfaces unicursales d'ordre n, à point multiple d'ordre $(n - 1)$. Supposons que l'on ait

$$\frac{n}{r} = \frac{1}{r_1} + \cdots + \frac{1}{r_n},$$

$r_1, r_2 \ldots r_n$ étant les rayons vecteurs, correspondants, des différentes nappes d'une surface d'ordre n. La résultante, dont r est le rayon vecteur, est un plan; car les résultantes des sections faites, dans les nappes de la surface, par un plan quelconque, passant par le pôle, sont des droites. On peut donner à ce plan le nom de *plan po-*

(*) Plus simplement : *la somme algébrique des projections des sous-normales polaires, faite sur un plan quelconque, est nulle.*

laire (*). La formule (6), dans les conditions posées, devient

$$(8) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \frac{n\lambda \cos \psi}{r^2} = \sum \frac{\lambda_1 \cos \psi_1}{r_1^2}.$$

Cette relation est vérifiée par les sous-normales, d'une surface d'ordre n et de son plan polaire, prises par rapport à un pôle et une transversale quelconques.

III.

Faisons passer, par les points $A_1, .. A_n$, de nouvelles surfaces, tangentes aux premières en ces mêmes points : les résultantes des deux groupes de surfaces seront tangentes en A (**). On a, de la sorte, $(n+1)$ systèmes binaires de surfaces, tangentes, deux à deux, en des points situés sur une même droite OD.

Soient u, u'; u_1, u'_1; ....; u_n, u'_n les rayons de courbure des sections faites, dans toutes ces surfaces, par le plan S. On a

$$\sum \frac{r^2}{\cos^3 \alpha}\left(\frac{1}{u} - \frac{1}{u'}\right)\frac{d\varphi}{dr} = 0.$$

Si ρ, ρ_1; ρ_1, ρ'_1;....; ρ_n, ρ'_n sont les rayons de courbure des

---

(*) Cette dénomination s'applique, habituellement, à un plan tout autre.

(**) On suppose, bien entendu, que les rayons vecteurs correspondants des nouvelles surfaces et de leur résultante, satisfont à la même condition que les rayons vecteurs des surfaces considérées précédemment. La proposition énoncée est une conséquence de la relation

$$\Sigma \lambda \cos \psi \frac{d\varphi}{dr} = 0.$$

sections normales ayant mêmes tangentes que les sections obliques, contenues dans le plan S; et si χ, χ_1,.... χ_n représentent les angles que font les plans des sections normales avec le plan des sections obliques, on peut écrire ainsi la formule précédente :

$$\sum \frac{r^2}{\cos^3 a \cos \chi}\left(\frac{1}{\rho}-\frac{1}{\rho'}\right)\frac{d\varphi}{dr}=0.$$

Menons, dans le plan S, les tangentes AT, A_1 T_1,.... $A_n T_n$ aux sections obliques. La normale AN, la tangente AT et la direction AD des rayons vecteurs [voir la figure] forment un angle trièdre qui détermine, sur une sphère ayant pour centre le point A et pour rayon l'unité, un triangle *rectilatère*, dans lequel

$$(9) \quad \ldots\ldots \quad \left\{\begin{array}{l} \sin \chi = \sin \alpha \cos \psi, \\ \cos \alpha = \cos \chi \cos a; \end{array}\right.$$

et, par conséquent,

$$(10) \quad \ldots \quad \frac{1}{\cos^3 a \cos \chi} = \frac{1-\sin^2\alpha \cos^2\psi}{\cos^3\alpha}.$$

A chacun des points A_1,... A_n correspond une relation analogue; et la formule devient

$$(11) \quad \ldots \sum \frac{r^2(1-\sin^2\alpha\cos^2\psi)}{\cos^3\alpha}\left(\frac{1}{\rho}-\frac{1}{\rho'}\right)\frac{d\varphi}{dr}=0.$$

Représentons par ω, ω_1.... ω_n les angles que fait le plan S avec les plans OAN,... OA_n N_n. Le triangle *rectilatère*, considéré plus haut, donne encore la relation

$$\sin \omega = \cos \psi \cos a,$$

qui devient, si l'on remplace $\cos a$ par sa valeur [voir la deuxième relation (9)],

$$\sin\omega = \frac{\cos\psi\cos\alpha}{\cos\chi}.$$

Élevant au carré les deux membres de cette équation, et substituant ensuite à $\cos^2\chi$ sa valeur tirée de la première relation (9), on obtient

$$\sin^2\omega = \frac{\cos^2\psi\cos^2\alpha}{1-\cos^2\psi\sin^2\alpha}.$$

Par suite

$$(12)\quad \ldots\ldots \quad \cos^2\psi = \frac{\sin^2\omega}{1-\sin^2\alpha\cos^2\omega}.$$

Cette valeur de $\cos^2\chi$, portée dans la formule (10), la transforme en celle-ci

$$(13)\quad \ldots \sum \frac{r^2}{\cos\alpha\,(1-\sin^2\alpha\cos^2\omega)}\left(\frac{1}{\rho}-\frac{1}{\rho'}\right)\frac{d\varphi}{dr} = 0.$$

Cette relation à laquelle satisfont les rayons de courbure des *sections normales correspondantes* (*) d'un nombre quelconque de surfaces et de leur résultante, permet de calculer celui de cette dernière, les autres rayons de courbure étant connus. Nous exposons, dans le paragraphe suivant, quelques conséquences qu'on peut en déduire.

(*) Nous appelons ainsi les sections normales qui ont mêmes tangentes que les sections obliques contenues dans un même plan S.

IV.

Soit un nouveau plan S′, mené par OD, perpendiculairement au plan S. Soient ω^1, $\omega'_1, \ldots \omega'_n$ les angles qu'il fait avec les plans OAN,.... $OA_n\,N_n$.

D'après la formule (13),

$$\sum \frac{r^2}{\cos\alpha\,(1 - \sin^2\alpha\cos^2\omega')}\left(\frac{1}{\nu} - \frac{1}{\nu'}\right)\frac{d\varphi}{dr} = 0,$$

$\nu, \nu'; \nu_1, \nu'_1 \ldots; \nu_n, \nu'_n$ étant les rayons de courbure des sections normales qui correspondent au plan S′.

Si l'on suppose que les plans S, S′ soient symétriques par rapport au plan OAN, on a $\omega = \omega' = \frac{\Pi}{4}$, et les formules (11), (12) deviennent

$$\frac{2r^2}{\cos\alpha(1 + \cos^2\alpha)}\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho'}\right) = \sum \frac{r_1^2}{\cos\alpha_1(1 - \sin^2\alpha_1\cos^2\omega_1)}\frac{dr}{dr_1}\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho'_1}\right),$$

$$\frac{2r^2}{\cos\alpha\,(1 + \cos^2\alpha)}\left(\frac{1}{\nu} - \frac{1}{\nu'}\right) = \sum \frac{r_1^2}{\cos\alpha_1(1 - \sin^2\alpha_1\cos^2\omega'_1)}\frac{dr}{dr_1}\left(\frac{1}{\nu_1} - \frac{1}{\nu'_1}\right).$$

Soient C, C′ les courbures moyennes des résultantes. Il vient, par addition,

$$(14)\quad .\ .\quad \frac{4r^2}{\cos\alpha\,(1 + \cos^2\alpha)}(C - C')$$
$$= \sum \frac{r_1^2}{\cos\alpha_1}\frac{dr}{dr_1}\left[\frac{1}{1 - \sin^2\alpha_1\cos^2\omega_1}\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho'_1}\right)\right.$$
$$\left. + \frac{1}{1 - \sin^2\alpha_1\cos^2\omega'_1}\left(\frac{1}{\nu_1} - \frac{1}{\nu'_1}\right)\right].$$

Si les surfaces qui touchent, en $A_1, \ldots A_n$, les premières surfaces considérées, sont des plans, la formule se simplifie :

$$(15)\quad \frac{4r^2}{\cos\alpha(1+\cos^2\alpha)}(\mathrm{C}-\mathrm{C}')$$
$$=\sum\frac{r_1^2}{\cos\alpha_1}\frac{dr}{dr_1}\left[\frac{1}{\rho_1(1-\sin^2\alpha_1\cos^2\omega_1)}+\frac{1}{\nu_1(1-\sin^2\alpha_1\cos^2\omega_1')}\right].$$

La formule (15) prend une forme remarquable, lorsque les $(n+1)$ surfaces, considérées deux à deux, sont des transformées par rayon vecteur (*). Dans ce cas, les normales, aux points correspondants, sont situées dans un même plan, et

$$\omega_p=\omega_p'.$$

Il vient, en représentant par C_1, C_2... C_n les courbures moyennes des surfaces qui passent par A_1,... A_n :

$$(16)\quad \frac{4r^2}{\cos\alpha(1+\cos^2\alpha)}(\mathrm{C}-\mathrm{C}')=\sum\frac{r_1^2}{\cos\alpha_1(1-\sin^2\alpha_1\cos^2\omega_1)}\frac{dr}{dr_1}\mathrm{C}_1.$$

On peut déduire, de la formule (15), une relation entre les courbures des sections normales correspondantes d'une surface d'ordre n. Supposons, comme ci-dessus, que les surfaces, qui touchent en A_1,... A_n les premières surfaces

---

(*) Lorsque les rayons vecteurs r, r_1, de deux surfaces, vérifient l'équation $\mathrm{F}(r, r_1)=0$, l'une des surfaces est une transformée de l'autre, par rayon vecteur. Les normales, en deux points correspondants, de deux surfaces, transformées par rayon vecteur, sont situées dans un même plan [voir *Nouvelle Correspondance*, t. II, p. 172]. Pour avoir un groupe de surfaces, jouissant de la propriété indiquée dans le texte, on déduit, d'une surface quelconque, une transformée par rayon vecteur, puis de celle-ci, une nouvelle transformée, et ainsi de suite.

considérées, soient des plans. La formule (15) devient

$$\frac{r^2}{\cos\alpha\,(1-\sin^2\alpha\cos^2\omega)}\left(\frac{1}{\rho}-\frac{1}{\rho'}\right)=$$
$$-\sum\frac{r_1^2}{\cos\alpha_1\,(1-\sin^2\alpha_1\cos^2\omega_1)}\,\frac{dr}{dr_1}\,\frac{1}{\rho_1}.$$

Si $r_1, r_2 \ldots r_n$ sont les rayons vecteurs d'une surface d'ordre n, et que l'on ait

$$\frac{n}{r}=\sum\frac{1}{r_1},$$

les courbures $\frac{1}{\rho}$, $\frac{1}{\rho'}$ sont nulles, et l'on obtient

$$(17)\quad \ldots \quad \sum\frac{1}{\cos\alpha_1\,(1-\sin^2\alpha_1\cos^2\omega_1)}\,\frac{1}{\rho_1}=0.$$

Sur quelques points de Géométrie Supérieure;
par M. C. Le Paige.

On sait que l'involution du n^{me} ordre peut se définir par une équation de la forme

$$f(x)+k\varphi(x)=0 \ (^*) \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

où x représente le rapport des distances d'un point d'une droite, à deux points fixes pris sur cette droite.

Si l'on désigne par $\rho_1, \rho_2, \ldots \rho_n$ les racines de l'équation $f(x)=0$, et par $\rho_1', \rho_2', \ldots \rho_n'$, celles de l'équation $\varphi(x)=0$, on sait, en effet, que

$$(x-\rho_1)(x-\rho_2)\ldots(x-\rho_n)+k(x-\rho_1')(x-\rho_2')\ldots(x-\rho_n')=0. \ (2)$$

(*) Voir, par exemple, Clebsch, *Vorlesungen über Geometrie*, 1ter Theil, S. 207.

La quantité k conservant la même valeur pour toute valeur de x, satisfaisant à l'équation (1), on a la suite d'égalités

$$\frac{(\lambda_1-\rho_1)(\lambda_1-\rho_2)\dots(\lambda-\rho_n)}{(\lambda_1-\rho'_1)(\lambda_1-\rho'_2)\dots(\lambda-\rho'_n)}=\frac{(\lambda_2-\rho_1)(\lambda_2-\rho_2)\dots(\lambda_2-\rho_n)}{(\lambda_2-\rho'_1)(\lambda_2-\rho'_2)\dots(\lambda_2-\rho'_n)}=\cdots$$
$$=\frac{(\lambda_n-\rho_1)(\lambda_n-\rho_2)\dots(\lambda_n-\rho_n)}{(\lambda_n-\rho'_1)(\lambda_n-\rho'_2)\dots(\lambda_n-\rho'_n)},$$

où λ_1, λ_2, λ_n représentent les racines de l'équation (1).

Il n'est pas difficile de montrer que cette suite d'égalités revient à l'identité

$$\begin{vmatrix} 1-\Sigma\lambda_1+\Sigma\lambda_1\lambda_2\dots\pm\lambda_1\lambda_2\dots\lambda_n \\ 1-\Sigma\rho_1+\Sigma\rho_1\rho_2\dots\pm\rho_1\rho_2\dots\rho_n \\ 1-\Sigma\rho'_1+\Sigma\rho'_1\rho'_2\dots\pm\rho'_1\rho'_2\dots\rho'_n \end{vmatrix}\equiv 0, \quad . \quad . \quad (3)$$

analogue à l'équation

$$\begin{vmatrix} 1 & -(\lambda_0+\lambda_1) & \lambda_0\lambda_1 \\ 1 & -(\mu_0+\mu_1) & \mu_0\mu_1 \\ 1 & -(\nu_0+\nu_1) & \nu_0\nu_1 \end{vmatrix}=0,$$

qui définit l'involution du second ordre.

Nous nous proposons de montrer comment cette identité se rattache à la théorie des invariants des formes binaires.

Toute forme binaire, de degré pair, a un invariant quadratique par rapport aux coefficients (*).

Soit une forme

$$a_0x^n+\frac{n}{1}a_1x^{n-1}y+\frac{n(n-1)}{1\,.\,2}a_2x^{n-2}y^2+\cdots+a_ny^n.$$

(*) Salmon, *Alg. sup.*, p. 111.

L'invariant dont il s'agit est

$$I = a_0 a_n - n a_1 a_{n-1} + \frac{n(n-1)}{1.2} a_2 a_{n-2} - \cdots,$$

dont les coefficients numériques sont ceux du binôme, mais dont le terme du milieu serait divisé par deux.

On sait que si l'on a deux formes :

$$a_0 x^n + \frac{n}{1} a_1 x^{n-1} y + \frac{n(n-1)}{1.2} a_2 x^{n-2} y^2 + \cdots + a_n y^n,$$

$$a'_0 x^n + \frac{n}{1} a'_1 x^{n-1} y + \frac{n(n-1)}{1.2} a'_2 x^{n-2} y^2 + \cdots + a'_n y^n,$$

l'on obtient un invariant commun en effectuant, sur un invariant de la première forme, l'opération

$$\left(a'_0 \frac{d}{da_0} \cdot + a'_1 \frac{d}{da_1} + \cdots \right) (^*).$$

L'invariant quadratique simultané des deux formes sera, par suite,

$$I_1 = a'_0 a_n - \frac{n}{1} a'_1 a_{n-1} + \frac{n(n-1)}{1.2} a'_2 a_{n-2} - \cdots + a'_n a_0.$$

Si nous représentons par $\gamma_1, \gamma_2, \ldots \gamma_n$; $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n$, les racines des deux équations

$$a_0 x^n + \frac{n}{1} a_1 x^{n-1} y + \cdots + a_n y^n = 0,$$

$$a'_0 x^n + \frac{n}{1} a'_1 x^{n-1} y + \cdots + a'_n y^n = 0,$$

$$I_1 = \gamma_1 \gamma_2 \ldots \gamma_n - \frac{1}{n} \Sigma \lambda_1 \Sigma \gamma_1 \gamma_2 \ldots \gamma_{n-1} + \cdots + \lambda_1 \lambda_2 \ldots \lambda_n.$$

(*) Aronhold, *Begründung der Invariantentheorie*, Journal de Crelle, t. LXII, p. 313.

Les formes de degré impair n'ont pas d'invariant du second degré par rapport aux coefficients, mais deux formes de degré impair ont un invariant commun, qui peut s'exprimer de la même façon, en fonction des racines des deux équations.

Maintenant nous pouvons observer que si l'identité (3) a lieu, le déterminant

$$\begin{vmatrix} a_{11} & -a_{12} & \dots \pm a_{1n} \\ a_{21} & -a_{22} & \dots \pm a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n-31} & -a_{n-32} & \dots \pm a_{n-3n} \\ 1 & -\Sigma\lambda_1 & \dots \pm \lambda_1\lambda_2 \dots \lambda_n \\ 1 & -\Sigma\rho_1 & \dots \pm \rho_1\rho_2 \dots \rho_n \\ 1 & -\Sigma\rho'_1 & \dots \pm \rho'_1\rho'_2 \dots \rho'_n \end{vmatrix}$$

est nul, quelles que soient les $(n-3)$ premières rangées horizontales.

Il en résulte qu'il est toujours possible de trouver n quantités $\gamma_1, \gamma_2, \dots \gamma_n$, telles que les équations

$$a_{11}\gamma_1\gamma_2 \dots \gamma_n - \frac{1}{n} a_{12}\Sigma\gamma_1\gamma_2 \dots \gamma_{n-1} + \dots \pm a_{1n} = 0,$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$\gamma_1\gamma_2\gamma_3 \dots \gamma_n - \frac{1}{n} \Sigma\lambda_1\Sigma\gamma_1\gamma_2 \dots \gamma_{n-1} + \dots \pm \lambda_1\lambda_2 \dots \lambda_n = 0,$$

$$\gamma_1\gamma_2\gamma_3 \dots \gamma_n - \frac{1}{n} \Sigma\rho_1\Sigma\gamma_1\gamma_2 \dots \gamma_{n-1} + \dots \pm \rho_1\rho_2 \dots \rho_n = 0,$$

$$\gamma_1\gamma_2\gamma_3 \dots \gamma_n - \frac{1}{n} \Sigma\rho'_1\Sigma\gamma_1\gamma_2 \dots \gamma_{n-1} + \dots \pm \rho'_1\rho'_2 \dots \rho'_n = 0,$$

aient un système de solutions communes.

Si l'on désigne par $\varphi_1(x) = 0$, l'équation, de degré n qui a pour racines $\gamma_1, \gamma_2, \ldots \gamma_n$, on voit que les invariants I des formes φ_1, $f + k\varphi$; φ, f, φ_1, φ, sont nuls.

On pourrait dire que si deux formes du n^{me} degré homogènes, à deux variables, sont telles que leur invariant quadratique commun soit nul, les racines de ces deux formes représentent $2n$ points conjugués harmoniques, par extension de ce qui a lieu dans le second degré.

Nous allons encore former une fonction des coefficients de deux formes de degré n dont la considération, en géométrie, ne sera peut-être pas sans utilité.

Soient f, f_1 deux formes du n^{me} degré; Δ^2, $\Delta_1{}^2$, leurs discriminants et I leur invariant quadratique simultané.

Représentons par p la fonction

$$\frac{n\mathrm{I}^{n-1} + \Delta\Delta_1}{n\mathrm{I}^{n-1} - \Delta\Delta_1}.$$

Supposons que l'on transforme les deux formes par la substitution

$$x_1 = \alpha x + \beta y,$$
$$y_1 = \alpha' x + \beta' y,$$

et soit δ le module de la substitution.

Soient encore I′, Δ'^2, $\Delta_1'^2$, l'invariant et les discriminants des formes transformées.

$$\mathrm{I}' = \delta^n \mathrm{I}; \quad \Delta'^2 = \delta^{n(n-1)}\Delta^2; \quad \Delta_1'^2 = \delta^{n(n-1)}\Delta_1^2.$$

Donc

$$p' = \frac{n\mathrm{I}'^{n-1} + \Delta'\Delta_1'}{n\mathrm{I}'^{n-1} - \Delta'\Delta_1'} = \frac{n\mathrm{I}^{n-1} + \Delta\Delta_1}{n\mathrm{I}^{n-1} - \Delta\Delta_1} = p.$$

En conséquence, la valeur de cette fonction se conserve dans les projections.

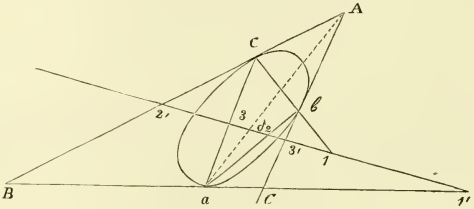
Lorsque

$$p = -1, \quad \mathrm{I} = 0.$$

Dans ce cas, les 2 n points, représentés par les formes f, f_1, sont conjugués harmoniques.

Nous ne nous étendrons pas davantage, pour le moment, sur la signification géométrique de la fonction p.

Nous demanderons à l'Académie la permission d'ajouter à cette note une démonstration, qui nous paraît simple, de la remarquable propriété, donnée par M. Folie, dans le *Bulletin* de mai, et qu'il a désignée sous le nom d'évolution.



Soit ABC un triangle circonscrit à une conique, et *abc*, le triangle inscrit, obtenu en joignant les points de contact.

Supposons qu'une transversale coupe les deux triangles et la droite Aa en sept points, que nous désignerons par 1, 1', 2, 2' 3, 3', δ.

Il est visible que les six points 1 δ, 22', 33' sont en involution (*).

Donc

$$12' . 23' . 3\delta = -\delta 2 . 2'3 . 3'1.$$

(*) Steiner-Schröter, *Theorie der Kegelschnitte*, S. 67.

Mais les droites ac, aA, ab, aC forment un faisceau harmonique; donc 3, δ, 2, $1'$ sont quatre points conjugués harmoniques.

Par suite

$$\frac{3\delta}{31'} = - \frac{2\delta}{21'}.$$

La combinaison de ces deux égalités donne :

$$12' . 23' . 31' = 1'2 . 2'3 . 3'1 \quad (*).$$

De la démonstration que nous venons de donner ressort, nous semble-t-il, la définition suivante de l'évolution :

Lorsque six points a, a'; b, b'; c, c', *sont en involution, le conjugué harmonique du point a, par rapport à* b', c', *forme avec les cinq autres points une évolution.*

La construction du sixième point d'une évolution résulte aisément de cette définition.

— M. P.-J. Van Beneden attire l'attention de ses confrères sur le départ, fixé au mois d'octobre prochain, de la première expédition belge pour l'Afrique centrale. Sans avoir reçu de mandat spécial à ce sujet, il fait savoir que M. Maes, de Hasselt, docteur en sciences naturelles, qui sera attaché à l'expédition en qualité de médecin et de

---

(*) On déduit, de la même manière, le théorème de Ptolémée, sur le triangle, du théorème de Jean de Ceva. Cette dernière démonstration est contenue implicitement dans une remarque de M. Salmon. (*Higher plane Curves*, p. 107.)

naturaliste, se chargera volontiers des recherches scientifiques que l'Académie lui indiquera.

D'après les explications données par M. Liagre, membre du comité central de l'Association internationale africaine, la première station belge à former en Afrique aura pour chef M. le capitaine Crespel, à qui seront adjoints M. le lieutenant Cambier et M. le D^{r} Maes. Les voyageurs partiront pour Zanzibar dans le mois d'octobre prochain, et de là ils se dirigeront vers le lac Tanganyika. Suivant les circonstances, le chef décidera alors s'il faut établir la station principale sur les bords du Tanganyika, ou y faire un simple dépôt, et aller fixer la base des opérations futures à Nyangwe ou à tout autre endroit à désigner dans le Manyema.

Cette dernière station du Tanganyika, ou du Manyema, ou de l'Uniamwesi sera la station scientifique définitive, doublée d'une exploitation agricole qui devra lui permettre, au bout d'un certain temps, de se suffire à elle-même.

◆

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 6 août 1877.

M. Alphonse Wauters, directeur.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Ém. de Laveleye, vice-directeur; J. Roulez, P. De Decker, M.-N.-J. Leclercq, le baron J. de Witte, Ch. Faider, R. Chalon, Th. Juste, G. Nypels, Alph. Le Roy, A. Wagener, P. Willems, *membres;* Aug. Scheler, Alph. Rivier, E. Arntz, *associés;* Ch. Piot, Ch. Potvin, Eug. Van Bemmel, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur adresse, en copie, un arrêté royal du 5 juillet dernier, qui ouvre un second concours pour la collation du prix de dix mille francs institué à perpétuité par le docteur Guinard.

L'article 3 de cet arrêté, conformément à ce qui s'est fait à l'occasion du premier concours, confie le jugement des travaux à un jury de cinq membres, nommés par le Roi, sur une liste double de candidats proposés par les classes des sciences et des lettres.

D'après les usages académiques, la nomination des candidats pour ce jury sera portée à l'ordre du jour des prochaines séances des deux classes précitées.

— M. le Ministre offre, pour la bibliothèque de l'Académie, un exemplaire des ouvrages suivants :

1° *Gregorii Barhebraei Chronicon ecclesiasticum*, publié par les chanoines Abbeloos et Lamy, de Louvain; tome III, gr. in-8°;

2° Sixième livraison de la 3e série du *Woordenboek der nederlandsche taal*, publié par MM. P.-J. Cosyn et Verwys (GEHALTE-GEKKEN); gr. in-8°;

3° *Exposés de la situation administrative des provinces pour 1877 ;* 9 vol. in-8° avec annexes. — Remercîments.

— M. Georges Bancroft écrit de Washington pour remercier la classe au sujet de son élection d'associé.

— L'Académie d'archéologie de Belgique envoie le programme de son concours pour 1878.

— M. Gachard remet, pour être déposés dans la bibliothèque de l'Académie, les ouvrages que la Commission royale d'histoire a reçus depuis l'envoi du 25 mars dernier.

— M. le directeur présente, de la part de M. le baron Kervyn de Lettenhove, le tome XXVe des *Chroniques de Froissart,* qui termine cette série des œuvres de l'illustre choniqueur belge éditées par la Commission académique de publication des travaux des grands écrivains du pays. Ce volume renferme les lettres L à Z de la Table alphabétique des noms géographiques.

M. Ch. Potvin fait hommage d'une pièce en vers qu'il vient de publier sous le titre de : *Rubens, 29 juin 1877.*

M. Émile de Laveleye offre, au nom de l'auteur, Mlle la comtesse Valentine de Sellon, un écrit intitulé : *La peine de mort au XXe siècle,* broch. in-8°.

« C'est un éloquent plaidoyer, dit M. de Laveleye, en faveur de l'abolition de la peine de mort. M^{lle} de Sellon poursuit la réalisation de l'idée de son père, l'illustre philanthrope genevois, qui avait pris pour devise : *L'inviolabilité de la vie humaine.* »

M. Alph. Le Roy présente, au nom de M. Vincenzo di Giovanni, professeur au lycée national de Palerme, un exemplaire de son ouvrage intitulé : *Hartmann e Miceli*, broch. in-12.

La classe vote des remercîments aux auteurs de ces dons et décide le dépôt de leurs ouvrages dans la bibliothèque de l'Académie.

RAPPORTS.

Les *Annales de l'Académie d'archéologie d'Anvers* (1) ayant publié un mémoire de M. Van Bastelaer intitulé : *Sur les enduits, engobes, etc., des poteries romaines,* sur lequel MM. le baron de Witte et Roulez avaient lu, chacun, un rapport dans la séance du 3 juillet 1876, la classe des lettres, à la demande des deux commissaires précités, décide l'impression de ces rapports dans le *Bulletin* de la séance actuelle.

Rapport de M. le baron J. de Witte.

« L'Académie m'a chargé d'examiner un mémoire qui a pour titre : Les couvertes, lustres, vernis, enduits, engobes, etc., de nature organique, employés par les

---

(1) T. XXXIII, pp. 113-140.

Romains sur leur poterie, par M. A.-D. Van Bastelaer, correspondant de l'Académie royale de médecine, président de la Société archéologique de Charleroi.

J'ai lu avec soin le travail de M. Van Bastelaer. Dès les premières lignes, je me suis aperçu de ma complète insuffisance pour faire un rapport convenable sur ce mémoire. Il s'agit en effet dans le travail que j'ai sous les yeux, le titre d'ailleurs l'indique, non de recherches archéologiques, mais d'études et d'analyses chimiques. Il faudrait donc être chimiste pour avoir le droit de porter un jugement sur ces recherches.

M. Van Bastelaer a examiné quelques vases de terre, trouvés dans un cimetière belgo-romain à Strée. Les objets recueillis dans ce cimetière, dit-il, appartiennent à l'époque du Haut-Empire, comme l'attestent quelques monnaies découvertes au même endroit, monnaies appartenant aux règnes de Néron et de quelques autres empereurs jusqu'à Marc-Aurèle.

L'auteur passe en revue les enduits faits au moyen de la poix, de la cire, de la gomme, de l'huile. Il divise son travail en trois sections : 1° enduits de nature organique; 2° enduits inorganiques; 5° enduits pâteux.

Ce que dit l'auteur des vases poissés ou enduits de poix offre de l'intérêt et certes les passages tirés de Suétone, de Columelle, de Pline, sont fort curieux.

Il est peut-être possible (je n'en réponds pas, car je ne suis pas chimiste) de reconnaître, après une longue suite d'années, des enduits produits au moyen de la poix. Mais je me demande si après quatorze ou quinze siècles d'enfouissement au sein de la terre, on peut retrouver des traces d'enduits de cire, de gomme, d'huile? Ces enduits étant excessivement délicats, j'éprouve quelque hésitation à admettre que l'on puisse retrouver et reconnaître la nature de tels enduits, après un laps de temps considérable, un enfouissement de plusieurs siècles! C'est à la chimie à prononcer.

Je crois du reste que l'opinion émise par l'auteur sur la nature poreuse des vases d'argile, fabriqués par les Romains est quelque peu exagérée; à mon avis, des terres cuites plus ou moins dures, ayant séjourné au sein de la terre et se trouvant en contact avec des sels et d'autres matières pendant de longues années, ont dû subir des altérations.

L'auteur, après avoir cité plusieurs passages empruntés aux écrivains de l'antiquité et desquels il résulte que les Romains employaient des enduits de cire, de gomme, d'huile, convient lui-même que les études qu'il a faites à ce sujet sont insuffisantes. Il est certain que pour arriver à des conclusions scientifiques de quelque valeur, il ne suffit pas d'examiner et d'analyser les couvertes de quelques petits vases isolés, de quelques fragments, trouvés en un seul endroit. Il conviendrait de soumettre à des analyses un très-grand nombre d'objets, recueillis dans différents lieux, dans différents cimetières, dans des pays plus ou moins éloignés. Les expériences auraient besoin d'être répétées, renouvelées, contrôlées; ces expériences, ces analyses, devraient être faites non par un seul savant, mais par plusieurs. Je crois qu'en chimie, aussi bien qu'en archéologie, si l'on veut arriver à des résultats sérieux, il faut de longues, de laborieuses recherches et des comparaisons multipliées.

Je crois en avoir dit assez pour faire comprendre mon insuffisance en fait d'analyses chimiques. Un archéologue ne peut pas émettre un avis de quelque poids sur ces questions. Il est à désirer que le mémoire de M. Van Bastelaer, qui contient des recherches curieuses, soit soumis à l'examen d'un membre de la classe des sciences. »

Rapport de M. J. Roulez.

« Le mémoire, sur lequel la classe vient d'entendre le rapport de mon savant confrère et ami M. de Witte, se compose de trois paragraphes, dont le premier se subdivise en deux parties. Dans la première partie, il est question de vases poissés. L'auteur, ayant remarqué sur un certain nombres d'urnes cinéraires des restes d'un vernis noir, croit avoir constaté que ce vernis est un enduit de poix; à l'appui de sa découverte il cite une série de textes latins relatifs aux vases poissés. La seconde partie est consacrée à l'examen d'autres vases, notamment de cruches et de patères; l'auteur conjecture qu'ils ont été enduits d'une matière organique qu'il regarde comme de la cire, de la gomme ou même de l'huile; il trouve en effet ces trois espèces de vernis indiqués dans des auteurs latins pour les vases destinés à contenir de l'huile ou certaines conserves.

Si les savants, qui jusqu'ici se sont occupés de la confection des vases Romains et Gallo-Romains n'ont pas fait usage du témoignage des textes invoqués par M. Van Bastelaer (1), ce n'est sans doute pas par ignorance, mais par la raison que ces textes ne traitent pas de la fabrication de la poterie en général, mais de la préparation particulière de certains grands vases (*dolia*, *cadi*, *amphoræ*) destinés à recevoir du vin, de l'huile, du miel, des figues, des salaisons, etc. Aussi trouve-t-on la plupart de ces textes cités avec d'autres encore non-seulement latins, mais grecs, dans les ouvrages sur les antiquités de la vie privée des Romains (1), à propos soit de repas et de boissons, soit de la fabrication et de la préparation des vins.

---

(1) Un célèbre minéralogiste cependant, Hausmann, dans un mémoire lu en 1823 à l'Académie des sciences de Göttingue (*De confectione vasorum antiquorum fictilium quæ vulgo Etrusca appellantur*), dit p. 23, sq.: « A Romanis quidem vernix picturaeque, in vasis sepulcralibus graecis » obviis, in operibus fictilibus non adhibitæ videntur; nullum enim illa-

Si les expériences et les conclusions de l'auteur du mémoire sont fondées, il faut admettre que la poix, l'huile, etc., s'employaient pour l'enduit de toute espèce de vases aussi bien que pour celui des grands vases de provision. Or, les chimistes qui ont fait des recherches avant lui ne paraissent pas avoir découvert, que je sache, ces matières organiques; je n'en rencontre, du moins, aucune mention ni dans le traité des arts céramiques d'Alexandre Brogniart, dans lequel le savant membre de l'Académie des sciences donne un tableau de la composition de la pâte et du lustre des différentes poteries romaines, telle qu'elle résulte des analyses qui ont été faites par plusieurs

---

» rum vestigium inter operum fictilium Romanorum reliquias numerosas
» invenitur. (Conf. Brocchi, Sulle vernici usate dagli Antichi, Bibl. Ital.,
» t. VI, pp. 455, 465). Indumento autem, quodam respectu, illi simili, sed
» pice vegetabili confecto, in vasis vinariis fictilibus Romani usi sunt;
» cujus præparatio a Columella accurate relata est. »

(1) Voy. Ruperti, *Handbuch der Röm. Alterthuemer,* t. I, pp. 359 et suiv., 455. — W. Becker, *Gallus, oder römische Scenen aus de Zeit Augustus,* t. III, pp. 251 et suiv. de l'édit. de Rein. — Becker-Marquardt, *Römische Privatalterthuemer*, t. II, pp. 67 et suiv. — Pauly's *Real-Encyclop. der class. Alterthumsw.*, dans plusieurs articles et notamment au mot *vinum*, p. 2656.

chimistes nominativement désignés (1); ni dans les observations de Grivaud de la Vincelle (2) basées sur l'opinion de savants chimistes, tels que le comte Chaptal et Darcet; ni dans les renseignements recueillis par de Caumont (3) et M. S. Birch (4).

Le § 2 du mémoire offre une étude sur d'autres vases, dont la couverte avait disparu par l'action de l'eau et qui montraient tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des paillettes jaunes, dont on a déjà signalé la présence sur des vases Belgo-Romains. L'auteur recherche quel est l'enduit de nature organique, qui a servi à agglutiner ces paillettes dorées sur la poterie et quel est le procédé employé par les anciens pour la pose de cette espèce de dorure.

Enfin le § 3 contient des recherches chimiques sur un enduit pâteux, formé d'une poudre inorganique délayée et agglutinée par un liquide organique.

Cette courte analyse du mémoire convaincra la classe que ce n'est pas sans raison que M. de Witte et moi, dans la séance, où elle nous a chargés de l'examiner, avons déclaré, sur le simple énoncé du titre, que des archéologues étaient incompétents pour l'examen de cet écrit. En effet, il n'appartient qu'à des chimistes de contrôler et de juger des expériences de chimie. Je me rallie donc à la proposition du premier commissaire de renvoyer le mémoire de M. Van Bastelaer à la classe des sciences.

---

(1) *Traité des arts céramiques ou des poteries, considérées dans leur histoire, leur pratique et leur théorie*, par A. Brogniart, professeur de minéralogie, directeur de la fabrique de porcelaine de Sèvres, etc., t. I, pp. 420 et suiv. Voy. encore pp. 386, 467, 483, de la 1^{re} édit. Paris, 1844.

(2) *Antiquités Gauloises et Romaines recueillies dans les jardins du palais du Sénat.* Paris, 1807, pp. 135 et 142, et *Recueil des monuments antiques découverts dans l'ancienne Gaule.* Paris, 1817, pp. 152 et suiv.

(3) *Cours d'antiquités monumentales*, t. II, pp. 205 et suiv.

(4) *History of ancient pottery*, 1re édit. London, 1858, in-8°.

Je finis par une observation qui concerne la forme du mémoire : il a été dit plus haut que M. Van Bastelaer produit comme preuves de la vérité de quelques-unes de ses découvertes une série de passages d'auteurs latins, principalement d'écrivains sur l'agriculture; il ne transcrit pas seulement en entier les textes latins; il y joint encore une traduction française. Ce procédé inusité pour les publications académiques allonge considérablement le mémoire sans profit pour la chose. Ainsi sur les vingt et un feuillets dont se compose le premier paragraphe, seize sont remplis par les textes transcrits et leur traduction; la citation en note des noms des auteurs, des titres, livres et chapitres des ouvrages, laquelle eût pu rigoureusement suffire, eût à peine occupé un tiers de feuillet. »

La classe, adoptant les conclusions de ses commissaires, avait renvoyé le mémoire de M. Van Bastelaer à l'examen de la classe des sciences; celle-ci, dans sa séance du 5 août 1876, chargea M. Stas de lui faire un rapport sur ce travail.

Mais par lettre du 23 septembre suivant, M. Van Bastelaer a demandé à la classe des sciences de pouvoir être remis en possession de son mémoire, « comptant, disait-il, y apporter certaines modifications et améliorations importantes qui préciseront le caractère de ce travail. » Sur l'avis conforme de M. Stas, la classe des sciences, dans sa séance du 21 octobre, a satisfait au désir exprimé par l'auteur, qui, paraît-il, n'a pas jugé à propos de soumettre une seconde fois son travail au jugement de l'Académie.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 2 août 1877.

M. Alvin, directeur, président de l'Académie.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents: MM. Jos. Geefs, C.-A. Fraikin, Edm. De Busscher, Alph. Balat, le chevalier L. de Burbure, J. Franck, Gust. De Man, Ad. Siret, Julien Leclercq, Alex. Robert, Ad. Pauli et F. Stappaerts, *membres;* Ed. de Biefve et Alex. Pinchart, *correspondants.*

M. R. Chalon, *membre de la classe des lettres,* assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur transmet une copie du procès-verbal de la séance du 24 juillet, renfermant les opérations du jury chargé de juger le grand concours de composition musicale de 1877.

Il résulte de ce procès-verbal que le premier prix a été décerné à M. Edgard Tinel, de Sinay (Waes); en outre, il a été accordé un second prix, en partage, à MM. Julien Simar et J.-B. De Pauw, de Bruxelles, et une mention honorable à MM. Sylvain Dupuis, Émile Dethier, nés à Liége, et Léon Soubre, né à Bruxelles.

— M. le Ministre fait parvenir, conformément aux dispositions du règlement des grands concours, une copie du troisième rapport semestriel de M. Lauwers, lauréat du grand concours de gravure de l'année 1874.

La classe renvoie ce document à l'examen de MM. Franck, Leclercq et Pinchart.

— Le même haut fonctionnaire fait parvenir pour les collections de l'Académie un exemplaire de la médaille commémorative du 50ᵉ anniversaire de la fondation du Conservatoire royal de musique de Liége.—Remercîments.

— L'administration communale de la ville d'Anvers invite la classe des beaux-arts à s'associer à la célébration du 300ᵉ anniversaire de la naissance de Rubens, qui aura lieu le 18 août prochain.

Indépendamment de M. Alvin, directeur de la classe, MM. Portaels, Slingeneyer et Fraikin sont délégués pour représenter l'Académie à cette solennité.

— M. P. Génard, bibliothécaire de la ville d'Anvers, envoie, à titre d'hommage, la première livraison de son ouvrage intitulé : *P.-P. Rubens, Aanteekeningen over den grooten meester en zijne bloedverwanten.* Anvers, 1877, in-4°.

M. François Orsoni, de Noto (Palerme), fait don d'une carte scénographique de l'ancien château de Noto, détruit par le tremblement de terre de 1693.— Des remercîments sont votés pour ces dons.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

M. Pinchart lit un chapitre de l'*Histoire de la tapisserie de haute-lisse à Arras*, destiné à être imprimé dans l'ouvrage qu'il va publier à Paris en collaboration avec MM. J.-J. Guiffrey et Eug. Müntz. Ce chapitre concerne les origines de cette célèbre industrie au XIV^e^ siècle, et renferme des renseignements sur les premiers haute-lisseurs artésiens. M. Pinchart s'est chargé de la partie relative aux Pays-Bas.

* * *

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Kervyn de Lettenhove (*le baron*). — OEuvres de Froissart, tome XXV, table analytique des noms géographiques (L-Z). Bruxelles, 1877; vol. in-8°.

Manifestation en l'honneur de M. le professeur P.-J. Van Beneden; Louvain, 18 juin 1877. Gand; vol. pet. in-4°.

Potvin (*Ch.*). — Rubens, 29 juin 1877. Feuille in-8° s. l.

Abbeloos (*J.-B.*) et *Lamy* (*Thomas*). — Gregorii Barhebraei chronicon ecclesiasticum, tome III. Louvain, Paris, 1877; vol. gr. in-8°.

De Ceuleneer (*A.*). — De la nécessité des études d'archéologie classique, discours. Gand, 1877; br. in-8°.

Génard (*P.*). — P.-P. Rubens, Aanteekeningen over den grooten meester en zyne bloedverwanten, 1^re^ livraison. Anvers, 1877; br. in-4°.

Cogniaux (*Alfr.*). — Diagnoses de cucurbitacées nouvelles, 2me fascicule. Bruxelles, 1877; br. in-8°.

Falaise (*V.*) et *Graindorge* (*J.*). — Éléments d'algèbre. Mons, 1877; vol. in-12.

Moulart (*le chan. J.*). — L'Église et l'État ou les deux puissances. Louvain, 1877 ; vol. in-8°.

Ministère de l'Intérieur. — Rapport sur l'Exposition internationale de Philadelphie en 1876, par Ernest van Bruyssel. — Rapport sur l'état des industries du zinc, du plomb et du cuivre aux États-Unis, par J. Beco. — Rapport sur les groupes V et VI, par Arthur Piret. — Rapport sur l'Exposition au point de vue du commerce et de l'industrie belges, 1877; 4 br. in-8°.

Maldeghem (*R.-J. Van*). — Trésor musical. Musique religieuse, 13e année 1877. Bruxelles; br. in-4°.

Messager des sciences historiques, 2me livr. de 1877. Gand; br. in-8°.

Société scientifique de Bruxelles. — Revue des questions scientifiques, 1re année, 3me livr. Louvain, 1877; vol. in-8°.

Société royale de botanique de Belgique. — Bulletin, t. XV. Bruxelles, 1876; vol. in-8°.

Analectes pour servir à l'histoire ecclésiastique de la Belgique, tome XIV, 2me et 3me livraisons de 1877. Louvain; br. in-8°.

Commissions royales d'art et d'archéologie. — Bulletin nos 5 et 6 de 1877. Bruxelles; br. in-8°.

Cercle archéologique de Termonde. — Publications extraordinaires, n° 3 : cartulaire de la ville de Termonde, 2e livraison. Gand, 1877; br. in-8°.

Société d'émulation pour l'étude de l'histoire, etc. — Annales, 4me série, tome I, nos 2-3. Bruges, 1876-77; br. in-8°.

Revue de l'instruction publique en Belgique, tome XX, 4me livraison. Gand, 1877; br. in-8°.

DANEMARK.

Société R. des antiquaires du Nord. — Mémoires, nouvelle série, 1875-76. — Aarboger, 3e et 4e livraisons de 1876. — Tilleg til aarboger 1875. Copenhague, 1876 ; 4 br. in-8°.

—

FRANCE.

Faidherbe (*le général*). — Le Zénaga des tribus sénégalaises. Paris, 1877 ; br. gr. in-8°.

Gosselet (*Jules*). — Quelques réflexions sur la structure et l'âge du terrain houiller au nord de la France, etc. In-8°.

Le calcaire dévonien supérieur dans le N.-E. de l'arrondissement d'Avesnes. In-8°.

La Marne de la Porquerie (éocène inférieur). Extrait in-8°.

Remarques sur quelques fossiles trouvés dans le silurien des Ardennes. Lille, 1877; 2 br. et 2 extr. in-8°.

Carapanos (*Const.*). — Dodone et ses ruines. Paris, 1877; extrait in-8°.

De Wailly (*Natalis*). — Joinville et les enseignements de Saint-Louis à son fils. Paris, 1872 ; extrait in-8°.

Sellon (*Valentine de*). — La peine de mort au XXe siècle. Paris, 1877; br. in-8°.

Casati (*Ch.*). — Lettres royaux et lettres missives inédites relatives aux affaires de France et d'Italie. Paris, 1877; vol. gr. in-8°.

De Witte (*J.*) et *Lenormant* (*Fr.*). — Gazette archéologique, 4me livraison de 1877, Paris; feuilles in-4°.

De Witte (*J.*). — Satyre, bronze trouvé à Dodonne. Paris, 1877, br. in-4°.

Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux. — Mémoires, 2me série, tome Ier, 1er cahier. 1876; vol. in-8°.

Société nationale havraise. — Recueil des publications, 1874-75. Le Havre, 1876; vol. in-8°.

Société archéologique et historique du Limousin. — Bulletin, tome XXIII, 2e livraison, 1874. Limoges, 1876; br. in-8°.

Société des antiquaires de la Morinie. — Bulletin historique, 98e et 100e livraisons. Saint-Omer, 1876-77; 2 br. in-8°.

Société de l'histoire de France. — Commentaires et lettres de Blaise de Monluc, par M. De Ruble, t. V. — OEuvres de Pierre de Bourdeille, seigneur de Brantôme, par L. Lalanne, tomes VI-IX.—Chroniques de J. de Froissart, par Siméon Luce, tomes III-VI. — Chronique d'Ernoul et de Bernard le trésorier, par L. de Mas Latrie. — Les annales de Saint-Bertin et de Saint-Vaast, par l'abbé Dehaisnes. — Journal de ma vie, mémoires du maréchal de Bassompierre, tomes II et III. — Histoire de Béarn et Navarre, par Paul Raymond. — Chroniques de Saint-Martial de Limoges, par H. Duplès-Agier. — Nouveau recueil de comptes de l'argenterie des rois de France, par L. Douët-d'Arcq. — La chanson de la croisade contre les Albigeois, tome Ier. — La chronique du bon duc Loys de Bourbon, par A.-M. Chazaud. — Chronique de Jean Le Fèvre, seigneur de Saint-Remy, tome Ier. — Récits d'un ménestrel de Reims au XIIIe siècle, par Natalis de Wailly. — Annuaire-Bulletin pour 1870-1876. — Paris, 1871-76; 26 volumes in-8°.

Société linnéenne de Bordeaux. — Actes, 4me livraison de 1877. Bordeaux; br. in-8°.

Société d'histoire naturelle de Toulouse. — Bulletin, 1er fasc. de 1876-77; broch. in-8°.

Société des antiquaires de France. — Mémoires et Bulletin, tome XXXVII. Paris, 1876; vol. in-8°.

Société savoisienne d'histoire et d'archéologie. — Mémoires et documents, tome XVI. Chambéry, 1877; vol. in-8°.

GRANDE-BRETAGNE ET COLONIES.

Geological Survey of India. — Records, tome IX, 2^e^, 3^e^ et 4^e^ parties. — Memoirs, tome XII, 1^re^ et 2^me^ parties. — Memoirs (paleontologic), 10^me^ série, n° 2; 11^me^ série, n° 1. Calcutta, 1876; 5 br. in-8° et 2 in-4°.

Geological Society of London. — The quarterly journal, tome XXXIII, 2^me^ partie. Londres, 1877; vol. in-8°.

Anthropological institute of Great Britain. — Journal, tome VI, n^os^ 3 et 4. Londres, 1877; 2 vol. in-8°.

Royal Society of arts and sciences of Mauritius. — Transactions, nouvelle série, tome IX. Maurice, 1876; vol. in-8°.

The numismatic chronicle, 1877, 2^me^ partie. Londres; in-8°.

Belt (Thomas). — The glacial period in the southern hemisphere. Londres, 1877; extrait in-8°.

ITALIE.

Bullettino del vulcanismo italiano, 4^e^ année, 1877, janvier mai. Rome; in-8°.

Commission royale d'histoire à Turin. — Historiae patriae monumenta edita jussu regis Caroli Alberti, tome XVI, Leges municipales, tome II, 1^re^ et 2^me^ parties. Turin, 1876; 2 vol. in-folio.

Genocchi (A.). — Sunto d'una memoria intorno ai principii della geometria. Turin, 1877; extrait in-8°.

Genocchi (A.). — Sur un mémoire de Daviet de Foncenex et sur les géométries non euclidiennes. Turin, 1877; br. in-4°.

Giovanni (V. di). — Hartmann e Miceli. Palerme, 1877; vol. in-12.

Lenormant (Franc.). — Frammento di statua di uno dei pastori di egitto. Memoria. Rome, 1877; extrait in-8°.

Bibliothèque nationale de Florence. — Pubblicazioni del R. Istituto di studi superiori pratici e di perfezionamento: sezione di Medicina e Chirurgia e scuola di Farmacia, tome I^{er}. Sezione di Scienze fisiche e naturali, tome I^{er}. Sezione di Filosofia et Filologia, tomes I et II. — Accademia orientale; *Lasinio* (*F.*). Il commento medio di Averroe alla Retorica di Aristotele, fasc. I p. 1-32. *Severini* (*A.*) e *Puini* (*C.*). Repertorio sinico-giepponese fasc. 1 et 2. — Opere pubblicate dai professori della sezione di Science fisiche e naturali del Istituto. Florence, 1875-77; 4 vol. et 3 broch. gr. in-8°.

Société italienne des sciences naturelles. — Atti, tome XIX, fascic. 1-3, juin 1876, avril 1877. Milan; 2 br. in-8°.

Istituto veneto di scienze, lettere ed arti. — Atti, 5^{me} série, tome II, 10^{e} livraison; tome III, livr. 1-3. Venise, 1875-77; 4 br. in-8°.

R. Accademia dei Lincei. — Atti, 2^{me} série, tome III, 3^{me} partie 1875-76; 3^{me} série, t. I, 7^{e} fasc., 1877. Rome; 2 vol. in-4°.

RUSSIE.

Académie impériale des sciences de St-Pétersbourg. — Bulletin, tome XXIII, n^{os} 2-4. — Mémoires, tome XXII, n^{os} 11 et 12; tome XXIII, n^{os} 2-8; tome XXIV, n^{os} 1-3. S^{t}-Pétersbourg, 1876, 1877; brochures in-4°.

Société de chimie. — Bulletin, tome IX, n^{os} 3-5, Saint-Pétersbourg, 1877; in-8°.

Musée public à Moscou. — Compte rendu pour 1873-75. Catalogue du Musée ethnographique Daschkow. Moscou, 1877; 2 br. in-8°.

Commission impériale archéologique à Saint-Pétersbourg. — Comptes rendus avec atlas pour les années 1872-74. Saint-Pétersbourg. — 3 vol. in-4^{e} et 3 atlas in-plano.

SUÈDE ET NORWÉGE.

Nordiskt medicinskt Arkiv, tome IX, 1re et 2me livr. Stockholm, 1877; 2 vol. in-8°.

Koren (*J.*) et *Danielssen* (*D.-C.*). — Fauna littoralis Norvegiae, 3me partie. Bergen, 1877; vol. in-4°.

SUISSE.

Plantamour et *Wolf.* — Détermination télégraphique de a différence de longitude entre l'Observatoire de Zurich et les stations astronomiques du Pfänder et du Gäbris. Genève, 1877; br. in-4°.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich. — Vierteljahrsschrift, 21. Jahrg. 4. Heft; 22. Jahrg. 1 und 2. Heft. Zurich, 1876-77; 3 br. in-8°.

Société d'histoire de la Suisse romande. — Mémoires; tome XXXIV. Lausanne, 1877; in-8°.

Société de géographie de Genève. — Le Globe, 2me livraison, de 1877. Genève in-8°.

Société des sciences naturelles de Neuchâtel. — Bulletin, tome X, 1er cahier. Neuchâtel, 1875; vol. in-8°.

Institut national genevois. — Mémoires, tome XIII, 1869-1877. Genève; vol. in-4°.

(257)

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

1877. — N^os^ 9 ET 10.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 13 septembre 1877.

M. Alvin, directeur, président de l'Académie.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents: MM. Guill. Geefs, Jos. Geefs, C.-A. Fraikin, Éd. Fétis, Edm. De Busscher, Alph. Balat, le chevalier L. de Burbure, J. Franck, Gust. De Man, Ad. Siret, Alex. Robert, F.-A. Gevaert, Ad. Samuel, Ad. Pauli, Godfr. Guffens, *membres;* Alex. Pinchart, *correspondant.*

M. Éd. Mailly, *membre de la classe des sciences*, assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur communique, pour avis, une épreuve du programme des fêtes nationales, fixant la séance publique de la classe au lundi 24 septembre, à 1 heure.

— M. le Ministre transmet une copie du procès-verbal du jury chargé de juger le grand concours de sculpture de cette année. Le jury a décerné le premier prix à M. Julien Dillens, de Bruxelles; un second prix à M. Charles De Kesel, de Somergem, et une mention honorable, en partage, à MM. François Joris, de Deurne, Georges Geefs, d'Anvers, et Désiré Duwaerts, de Diest.

— Le même haut fonctionnaire envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, un exemplaire des ouvrages suivants : *La Maison Plantin, à Anvers,* par Léon Degeorge; 2° *Le Trésor musical*, par R. Van Maldeghem (13e année, 1877, Partie religieuse). — Remercîments.

— M. Ad. Siret présente, au nom de M. Edmond Marchal, un exemplaire de son mémoire, couronné par la classe le 2 septembre 1875, *Sur la sculpture aux Pays-Bas pendant les* XVIIe *et* XVIIIe *siècles,* précédé d'un résumé historique. — Remercîments.

— Le bureau de l'Académie royale des beaux-arts d'Anvers demande que la classe se fasse représenter à la délégation, chargée de présenter à M. le Ministre de l'Intérieur une pétition pour le prier de soumettre à la Chambre une loi protectrice des œuvres de l'intelligence.

— Le directeur de la *Revue nouvelle de l'architecture et des travaux publics de Paris* envoie les derniers numéros de son journal et demande que les membres de la section d'architecture lui procurent les données nécessaires pour pouvoir publier leurs biographies. — Pris pour notification.

RAPPORTS.

MM. Joseph Geefs et Fraikin donnent lecture de leur appréciation du 9ᵉ rapport semestriel de M. J. Cuypers, lauréat du grand concours de sculpture en 1872.

Cette appréciation sera communiquée à M. le Ministre de l'Intérieur.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

M. Alvin rend succinctement compte des solennités qui ont eu lieu à Anvers à l'occasion du 300ᵉ anniversaire de la naissance de Rubens, auxquelles l'Académie l'avait délégué avec MM. Portaels, Fraikin et Slingeneyer.

« Voici, dit M. Alvin, le discours que j'ai prononcé à la séance d'inauguration du buste de Rubens. J'aurais pu m'étendre plus longuement sur un sujet aussi riche, mais j'ai pensé qu'il valait mieux, en cette circonstance, laisser la parole aux délégués des Académies étrangères :

« Messieurs,

» Il y aura bientôt deux ans que, parlant au nom de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, deux de mes confrères (1) et moi nous rendions hommage au plus illustre des artistes qu'ait vu naître le sol italien si fécond en puissants génies. L'école flamande saluait alors, par notre voix, sa noble sœur l'école italienne.

» Notre position est aujourd'hui toute autre. Nous ne pouvons que nous effacer afin de laisser un libre cours à l'expansion du sentiment d'admiration qui amène dans ces murs tant d'illustres hôtes; dans notre bouche, l'éloge de Rubens paraîtrait intéressé.

» Notre présence à cette solennité témoigne assez de la part que prend la compagnie, dont nous sommes les délégués, aux manifestations grandioses préparées, en l'honneur du grand peintre, par les administrateurs de sa ville maternelle. Je me sers à dessein de cette expression; car personne au monde ne saurait contester à la ville d'Anvers sa qualité de mère du grand homme dont nous célébrons le trois-centième anniversaire.

» Je répéterai seulement ici, sans y rien changer, ce que j'écrivais, il y a près de quarante ans :

« Entre deux mères se disputant un glorieux enfant, » le sentiment et la raison n'ont-ils pas déjà prononcé

---

(1) MM. Fraikin et Slingeneyer.

» depuis longtemps? Ils l'ont adjugé à celle qui sut le
» conserver, à celle qui garde religieusement la trace de
» sa noble carrière, à celle qui ne veut pas laisser mourir
» la tradition de son pinceau (1). »

La classe remercie son directeur et les membres qui l'ont représentée à cette solennité.

---

(1) *Scènes de la vie des peintres*, illustrées par Madou. Société des beaux-arts. Gérant, Dewasme. Page 6.

◆

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 22 septembre 1877.

M. Alvin, directeur, président de l'Académie.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. J. Portaels, vice-directeur; Guillaume Geefs, Jos. Geefs, C.-A. Fraikin, Éd. Fétis, Edmond De Busscher, le chevalier L. de Burbure, J. Franck, Gust. De Man, Ad. Siret, Julien Leclercq, Ern. Slingeneyer, Alex. Robert, F.-A. Gevaert, Ad. Samuel, G. Guffens, *membres;* Alexandre Pinchart, *correspondant.*

M. Éd. Mailly, *membre de la classe des sciences*, assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

Par une lettre du Palais, Leurs Majestés le Roi et la Reine font exprimer leurs regrets de ne pouvoir assister à la séance publique.

Des regrets semblables sont exprimés au nom de LL. AA. RR. le Comte et la Comtesse de Flandre.

MM. les Ministres de l'Intérieur et des Travaux publics font savoir qu'ils se proposent d'assister à la séance.

M. le Ministre des Affaires étrangères écrit qu'il lui sera impossible de s'y rendre.

RAPPORTS.

M. Pinchart donne lecture de l'appréciation qu'il a faite avec MM. Franck et Leclerq du troisième rapport semestriel de M. F. Lauwers, grand prix de gravure en 1874.

Cette appréciation sera communiquée à M. le Ministre de l'Intérieur.

JUGEMENT DU CONCOURS POUR 1877.

SUJETS LITTÉRAIRES.

La PREMIÈRE QUESTION portée au programme des concours de l'année 1877 était conçue en ces termes :

Déterminer quelles ont été les influences qu'ont subies, pendant leur séjour en Italie, les artistes flamands P.-P. Rubens et Ant. Van Dyck.

Rechercher si, à leur tour, ces peintres n'ont pas aussi exercé une certaine influence sur les artistes italiens.

Un seul mémoire a été adressé en réponse à cette question : il porte pour devise les mots : *L'existence de Rubens fut une lutte contre son originalité.*

Rapport de M. L. Alvin.

« L'auteur du mémoire que nous avons à examiner me paraît avoir bien traité la première partie de la question, surtout à l'égard de Rubens; sauf, bien entendu, les restrictions que pourront apporter à mon jugement les lumières de nos confrères peintres, meilleurs appréciateurs que je ne puis l'être en matière de procédés et de technique.

Quant à la seconde partie, l'auteur a pensé, non sans raison, que l'Académie restreignait la question à l'influence immédiate que nos deux illustres Flamands avaient pu exercer sur les artistes italiens qui travaillaient durant leur séjour dans la péninsule. Je suis donc disposé, pour ma part, à me contenter des indications assez sommaires que renferme le mémoire à ce point de vue particulier.

Rubens et Van Dyck, devenus chefs d'école, ont, plus tard, exercé une influence considérable sur la direction suivie par les peintres dans les différentes contrées de l'Europe; c'est un fait trop manifeste pour qu'il puisse être contesté. Cependant, ce serait la matière d'un beau travail, et l'on pourrait en faire l'objet d'une question à porter ultérieurement au programme de nos concours.

L'auteur du mémoire qui nous occupe commence par se demander jusqu'à quel point la nature particulière et le tempérament de chacun des deux grands Anversois étaient susceptibles de subir une influence quelconque, en présence des chefs-d'œuvre qu'ils allaient rencontrer en Italie. Puis, examinant successivement le caractère de Rubens et celui de Van Dyck, il s'attache à démontrer que l'un et l'autre ne durent point être impressionnés, et par suite influencés, de la même manière ni au même degré.

A l'époque où avait commencé l'éducation artistique de Rubens, vers la fin du XVI^e siècle, la tradition de la première école flamande de peinture avait déjà disparu sous l'action d'une imitation quelque peu désordonnée des grands maîtres italiens tels que Léonard de Vinci, Michel-Ange, Raphaël et le Corrége. Chacun de ces peintres avait eu des imitateurs fanatiques dans les Pays-Bas, de sorte que notre école était en train de perdre son originalité nationale. Quelques rares champions luttaient encore et Rubens eut cette heureuse chance de tomber d'abord entre les mains d'Adam Van Noort, l'un de ceux-là. Et lorsque, plus tard, il reçut les leçons d'Otto-Vénius, esprit très cultivé, littéraire, amant passionné de l'antiquité et des œuvres de la renaissance italienne, il se trouvait déjà suffisamment armé et prémuni contre le danger d'une imitation servile des nouveaux modèles qui s'offriraient à ses yeux. Les deux éléments qui avaient présidé à son éducation se firent donc équilibre, et c'est dans ce sens seulement que j'accepte le sentiment de l'auteur du mémoire lorsqu'il écrit ces mots : « La vie de Rubens fut, pour ainsi dire, une lutte continuelle entre ses aspirations classiques et son organisation réaliste; entre son génie naturel et ses aspirations vers le progrès idéal qui caractérisaient, à ses yeux, l'art antique, Raphaël et Michel-Ange. »

Pierre-Paul Rubens n'avait que 23 ans lorsqu'il partit pour l'Italie, le 9 du mois de mai 1600. L'auteur du mémoire, s'en rapportant aux assertions des biographes, suit le voyageur dans les diverses stations où l'on suppose qu'il a séjourné; à Venise d'abord, puis à Mantoue, puis à Rome, à Gênes, à Florence et même à Naples, relevant les travaux qu'il put exécuter dans chacune de ces localités. Quoique l'auteur ne fasse aucune mention des documents publiés, il y a une dizaine d'années, par M. Armand Baschet, dans la *Gazette des beaux-arts* de Paris, il a dû en prendre connaissance, et d'ailleurs ses conjectures touchant les travaux que Rubens aurait exécutés à Venise, à Mantoue et à Rome, ne les contredisent point. On peut certainement élever des doutes sur l'époque précise que les biographes assignent au séjour de l'artiste flamand dans chacune de ces villes, mais M. Armand Baschet lui-même n'a pu trouver, dans les archives de Vincent de Gonzague, aucune indication touchant l'arrivée de Rubens dans la cité des lagunes non plus que son départ de ce lieu. Il ne me semble pas qu'il soit nécessaire de connaître avec une précision absolue cette chronologie pour déduire les influences que notre peintre a dû subir, tant sous le rapport du coloris que sous celui de l'ordonnance de ses compositions et du caractère de son dessin. L'auteur du mémoire me paraît avoir judicieusement indiqué quels sont les maîtres dont Rubens a subi l'influence. A Venise, c'est le Titien, Véronèse et le Tintoret; à Rome, c'est Michel-Ange et Raphaël, Jules Romain. Le Corrége et même le Baroche ne sont pas oubliés.

Il nous dit que : « Rubens est un génie trop entier pour qu'on puisse songer à mal en lui attribuant des réminiscences; mais si l'on veut, ajoute-t-il, se rappeler que les principes de l'éclectisme commençaient alors à régner, on reconnaîtra qu'il avait des raisons plausibles pour puiser, comme l'abeille, dans certains calices de son choix, les éléments de ses compositions magistrales. » Il constate d'ailleurs que, pour ce qui est de Raphaël, son influence sur le flamand a été nulle en ce qui concerne la manière de peindre, le coloris; mais quant à l'ordonnance des sujets, aux attitudes, à la composition, il fait plusieurs rapprochements qui montrent qu'en effet, sous ces divers rapports, Rubens a utilement étudié le divin Sanzio.

« Ce fut, dit-il, dans l'œuvre de ce maître et aussi dans les trouvailles archéologiques que notre peintre fit en Italie, qu'il puisa les types de ses costumes et de ses accessoires antiques et l'aspect de ses compositions relatives à l'histoire ancienne. »

J'ai rappelé plus haut les publications de M. Armand Baschet relatives au séjour que fit Rubens à la cour du duc de Mantoue. Un dessin du peintre anversois qui accompagne l'un des articles de l'écrivain français dans la *Gazette des beaux-arts*, confirme les assertions de l'auteur de notre mémoire en ce qui concerne l'imitation des maîtres italiens à laquelle Rubens s'est livré, dès son arrivée en Italie. Ce dessin, qui appartient au Musée du Louvre, est vraisemblablement la première idée d'un tableau peint vers 1603 pour l'église des Jésuites de Mantoue, tableau qu'on croyait perdu, mais qu'on peut voir aujourd'hui au Musée d'Anvers. Il représente le baptême de Jésus-Christ; il a été exécuté, d'après l'ordre du duc, pour l'église des Jésuites de sa capitale; il faisait partie d'un triptyque dont il ne subsiste que quelques fragments échappés au vandalisme des conquérants. Comment le tableau qu'on voit aujourd'hui au Musée d'Anvers est-il arrivé en Belgique? c'est ce que nous ignorons, son dernier possesseur l'a légué au Musée (1).

C'est un monument précieux pour l'histoire de l'art; on y voit clairement comment Rubens étudiait et imitait les peintres italiens, dans les premières années de son séjour au delà des Alpes. Le groupe du Christ et de Saint-Jean est une imitation de Raphaël; celui de droite où l'on voit des hommes occupés à se déshabiller ou à se rhabiller est emprunté à Michel-Ange, et celui des anges, volant dans le haut à gauche, au Titien.

---

(1) Une photographie de ce dessin a figuré à l'exhibition de l'œuvre de P.-P. Rubens, organisée à Anvers à l'occasion du 300e anniversaire de la naissance de l'illustre peintre. On a donc pu le comparer au tableau. On a dû remarquer que ce dessin est recouvert de lignes formant des carrés en vue de le reproduire en grand; ce qui permet de croire que c'est la première esquisse de l'artiste.

C'est vers la même époque que Rubens exécuta, à Rome, sur la commande des archiducs Albert et Isabelle, un autre triptyque dont faisait partie un *Crucifiement.* L'auteur du mémoire y fait remarquer une imitation du Tintoret, dont Rubens reproduit le style tourmenté, se dispensant, malgré la tradition admise, de clouer les pieds du Christ afin d'obtenir plus de mouvement et d'énergie.

L'auteur du mémoire s'étend, avec raison, sur l'impression que dut éprouver Rubens à la vue et par l'étude attentive des œuvres du Corrége; il en fournit des témoignages qui ne sauraient être révoqués en doute. Est-il aussi autorisé à émettre l'assertion suivante, à savoir: « que notre peintre n'aurait pas vu les œuvres principales du Corrége avant son séjour à Rome, parce que, pense-t-il, la manière de Rubens se rapproche beaucoup plus de celles du Baroche et de Carpi (de Ferrare), imitateurs du Corrége, que de celle du maître lui-même. »

On peut éprouver quelques doutes à cet égard, surtout quand on ne connaît le Baroche que par sa *Pêche miraculeuse* du Musée de Bruxelles. Je sais bien que ce peintre est d'une tout autre puissance dans ceux de ses ouvrages qu'on peut voir en Italie, et notamment au Musée des *Offices*, à Florence.

C'est donc surtout dans les tableaux que Rubens a exécutés, durant les huit années qu'il a passées au service du duc de Mantoue, qu'on peut reconnaître l'imitation directe des maîtres italiens. Plus tard, de toutes ses études, de tous ses souvenirs, il s'est fait une manière et un style qui sont bien à lui, qu'il a su empreindre de sa puissante personnalité, dans laquelle le sentiment flamand reprend le dessus

Quant à Van Dyck, lorsqu'il vint en Italie, où d'ailleurs il séjourna beaucoup moins longtemps, il avait passé par l'école de Rubens. Il put alors étudier avec fruit les peintres de l'école bolonaise, de l'école vénitienne, du Titien, d'Annibal Carrache, d'André Delsarte, et notre auteur ne s'aventure point à cet égard dans des conjectures trop hasardées.

Sur la seconde partie de la question, le mémoire entre dans peu de détails, j'en ai indiqué la raison au début de ce rapport. « Il est remarquable, lit-on page 50, que c'est à Gênes presque uniquement que Rubens, et plus tard Van Dyck, ont produit des imitateurs. Celui sur lequel Rubens fit le plus d'impression fut Castiglione (Benedetto) et ce ne fut que par ses œuvres restées à Gênes, et par les conseils de Van Dyck, dont il s'inspira pour le modelé et la distinction. Castiglione fit des copies d'après Rubens et ce fut surtout à la couleur de ce dernier qu'il s'attacha particulièrement dans ses compositions religieuges, etc. »

Je ne suis pas à même de constater la justesse de ces allégations, non plus que de celle-ci que l'auteur présente d'ailleurs sous une forme dubitative :

« Il est possible que les élèves de Cigoli, d'Allori, de Pierre de Cortone aient profité des ouvrages de Rubens qui furent à leur portée, et plus tard Lucas Giordano, encore un de ses successeurs, en a pris davantage, ce que prouvent ses descentes de croix, ses assomptions et nombre de ses compositions mythologiques, dont la couleur montre qu'il se préoccupait de Rubens qu'il avait pu étudier à Madrid. »

Enfin, l'auteur indique, comme ayant subi l'influence directe de Van Dyck, outre Benedetto Castiglione, J.-A. Ferrari, G.-B. Gaullis et Matteo Proli, le Calabrese.

Toutes ces assertions sont assez vagues et sujettes à controverse.

On peut reprocher à l'auteur du mémoire un peu de confusion; il a recueilli beaucoup de matériaux, les a puisés à de bonnes sources, mais il manque d'ordre et de méthode dans la manière de les mettre en œuvre. La lecture de son travail est assez pénible; on regrette de n'y point trouver un plan bien dessiné, ce qui ajouterait à la clarté de l'exposé. Toutefois, son mémoire a exigé de longues et laborieuses recherches, des connaissances historiques et archéologiques variées. A la manière dont l'auteur parle des tableaux dont il s'occupe, on peut croire qu'il les a vus, tout au moins en reproductions. Il a donné, à mon avis, une solution satisfaisante à la première partie de la question proposée par la classe des beaux-arts, et s'il n'a point approfondi et étendu davantage ses investigations sur le sujet de la seconde partie, ce n'est point tout à fait sa faute; les termes dont se servait le programme pouvaient paraître n'en point exiger davantage. En conséquence, à moins que je ne trouve dans les rapports de mes honorables confrères la preuve que l'auteur s'est trompé dans ce qui regarde la partie technique, je suis disposé à proposer de lui décerner la médaille d'or.

Rapport de M. Adolphe Siret.

« Je partage complétement la manière de voir de mon collègue M. Alvin, et j'estime qu'il y a lieu d'accorder au mémoire soumis à notre examen la médaille d'or.

Toutefois j'ai à présenter une observation importante.

L'épigraphe du mémoire est celle-ci:

L'existence de Rubens fut une lutte contre son originalité.

Si cette épigraphe ne devait servir qu'à une simple indication pour distinguer le manuscrit d'un autre, il n'y aurait rien à dire, mais c'est l'expression d'une thèse contre laquelle je proteste. L'originalité de Rubens s'est puissamment développée au contact de l'école italienne. C'est là un fait connu que, du reste, le Mémoire affirme à nouveau.

L'auteur ne prouve nullement que le grand artiste ait cherché à lutter contre cette influence qu'il a, au contraire, volontairement acceptée et subie. Il me semble même qu'il en a très-largement profité pour donner carrière à son génie. On peut se demander ce que serait devenue l'originalité de Rubens sans son voyage en Italie (1). Sans doute, c'est là une question insoluble, mais on est en droit de la faire en présence de l'épigraphe de notre auteur.

Page 5, il dit : *Sa vie fut pour ainsi dire une lutte continuelle contre ses aspirations classiques et son organisation réaliste.* C'est inexact et obscur. On a les aspirations que le génie donne et pas d'autres. La situation esquissée par l'auteur n'est pas même subtile. Je ne lui en veux pas pour cela, mais il fera bien, à mon sens, ou de justifier son opinion ou de l'abandonner. »

Rapport de M. Ernest Slingeneyer.

« Les observations de mon confrère Siret me paraissent fondées. Comme lui je proteste contre l'épigraphe et la citation de la page 5 (*Sa vie fut, etc.*). Ce passage, ainsi que l'explique parfaitement le rapport de M. Siret, demande un changement.

---

(1) Originalité déjà bien entamée par les leçons de Van Noort et les conseils d'Otho Vœnius.

Quant au reste, je me rallie au remarquable rapport de notre directeur Alvin. »

La classe adoptant les conclusions de ses commissaires, le billet cacheté, joint au mémoire en question, a été ouvert et a fait connaître le nom de l'auteur, M. Edgar Baes, d'Ixelles.

La QUATRIÈME QUESTION inscrite au programme demandait de *Faire l'histoire et la bibliographie de la typographie musicale dans les Pays-Bas, et spécialement dans les provinces qui composent aujourd'hui la Belgique.*

La classe a reçu un mémoire portant pour épigraphe : *Amore et labore.*

Rapport de M. le chevalier Léon de Burbure.

« Le plan général de l'ouvrage est bien établi : il se divise en deux parties distinctes, la partie historique, qui comprend 140 pages, et la partie bibliographique, qui en compte 290.

Dans l'introduction de la partie historique, l'auteur, remontant aux origines de l'impression en caractères mobiles, examine jusqu'à quel point Ottaviano dei Petrucci, qui occupe une des places les plus éminentes dans l'histoire de cet art, peut être considéré comme l'inventeur de ce procédé. Il détaille les divers éléments dont celui-ci se compose et conclut par en restituer l'honneur aux typographes allemands Pierre Schœffer et Henri Quentel, ainsi qu'au Milanais Jean-Pierre de Lomatius, qui éditèrent plusieurs ouvrages avant que Petrucci eût mis ses presses en activité.

Un tableau chronologique, rédigé avec soin, nous présente la liste complète, depuis l'année 1490 (Pierre Schœffer, à Mayence), jusqu'en 1538 (Hans Varnier, à Ulm), de tous les imprimeurs qui ont édité des compositions musicales en Europe, avant que parût, en 1539, dans les Pays-Bas, le volume de chansons flamandes, publié à Anvers par Simon Cock, premier produit musical des presses néerlandaises et qui a l'honneur de figurer en tête de la partie bibliographique du Mémoire.

Cette entrée en matière ne laisse rien à désirer; elle initie parfaitement le lecteur au sujet que l'auteur va aborder.

Dans les chapitres II à XVIII, celui-ci fait, en suivant l'ordre chronologique de leur érection, l'histoire de tous les ateliers typographiques de musique qui se sont ouverts dans les Pays-Bas et le pays de Liége, à commencer de l'année 1539 jusqu'au commencement du siècle actuel.

Ce travail, véritable œuvre de bénédictin, est traité avec le plus grand soin et mérite les éloges les plus complets, surtout quand on réfléchit aux recherches patientes et étendues que l'auteur a dû faire dans les dépôts d'archives et dans les bibliothèques, pour réunir et coordonner tant de faits ignorés jusqu'à ce jour, tant de notions curieuses sur un sujet qui n'a pas encore été traité dans d'aussi larges proportions, bien qu'il se lie si intimement à l'histoire de la glorieuse école de musique belge.

Les plus importants de ces ateliers néerlandais, notamment ceux d'Anvers et de Louvain, méritaient d'être étudiés avec un soin particulier : pour éclaircir la biographie et les travaux si intéressants des Simon Cock, des Tilman Susato, des Hubert Waelrant, des Phalèse, des Plantin, des Moretus, des Aertssens, l'auteur s'est donc livré aux recherches les plus obstinées et il a réussi à découvrir sur eux des documents d'une importance capitale qui forment un appendice précieux à l'ouvrage.

Dans la seconde partie du Mémoire, qui est la plus volumineuse, l'auteur donne la liste générale, avec le titre et le nom des typographes, de toutes les impressions musicales qui ont paru dans les Pays-Bas et le pays de Liége durant deux cent soixante-onze ans, c'est-à-dire depuis 1539 jusqu'en 1810. Il en décrit le format et souvent il analyse le contenu des plus importantes et des plus rares. Le nombre de ces impressions s'élève à plus de onze cents.

Lorsqu'on a parcouru ces deux cent quatre-vingt-dix pages qui terminent le manuscrit, on reste émerveillé du labeur effrayant que l'auteur du Mémoire a accompli, et l'on acquiert la conviction que c'est le sentiment patriotique seul qui a pu lui donner la patience nécessaire pour mener son travail à si bonne fin : *Amore et labore.*

Après avoir été peu avares d'éloges, faisons la part de la critique qui ne porte que sur des parties accessoires de l'ouvrage ; elle ne peut, à notre avis, lui reprocher, outre ses incorrections de style, qu'un autre défaut, auquel il sera bien facile à l'auteur de remédier : c'est que, dans la première partie, il se laisse entraîner parfois un peu loin du but du livre, par le désir de faire usage dans le texte (au lieu de les placer en note ou à l'appendice) de toutes les découvertes qu'il a faites. Il faut savoir se borner. Simple affaire de révision par l'auteur, si l'ouvrage est publié par l'Académie.

En présence des mérites de ce Mémoire, nous n'hésitons pas, Messieurs, et nous sommes heureux de vous proposer d'accorder à son auteur, outre l'impression de son ouvrage, le prix de mille francs stipulé dans les conditions du concours, et nous soumettons à votre appréciation si, pour un travail aussi étendu, une récompense plus grande ne serait pas équitable : il est incontestable que l'auteur a dû, pour en rassembler les éléments, s'en occuper activement durant plusieurs années. »

Rapport de M. Geraert.

« Je me rallie sur tous les points à l'opinion exprimée ci-dessus par mon savant collègue. Le mémoire envoyé à l'Académie est plein d'une érudition solide et laisse peu à faire à ceux qui entreprendront dorénavant d'explorer le même sujet. J'adhère également à la proposition de M. de Burbure relativement à la publication du Mémoire par les soins de l'Académie. »

Rapport de M. Édouard Fétis.

« Le mémoire adressé à l'Académie en réponse à la question : *Faire l'histoire et la bibliographie de la typographie musicale* est le fruit de patientes recherches; je partage sur ce point l'opinion de mon savant confrère M. de Burbure; mais je ne puis pas être de son avis quant au degré d'excellence qu'il attribue à ce travail. Je ne m'oppose pas à ce que la médaille lui soit accordée, parce que nous n'avons rien d'aussi complet sur la matière, et surtout à cause de la deuxième partie renfermant un catalogue soigneusement fait des impressions musicales qui ont vu le jour, dans les Pays-Bas, de 1539 à 1810 ; mais je ne puis pas m'empêcher de signaler les défauts de l'œuvre.

Je ne vois pas, dans le mémoire, ce que j'espérais y trouver : des renseignements sur le contenu des recueils si intéressants d'œuvres de nos anciens maîtres, publiés par les typographes anversois et louvanistes du XVI^e^ siècle. Ces renseignements eussent fait diversion à la sécheresse de l'ensemble des documents typographiques, et l'on s'étonne que l'auteur n'ait pas éprouvé la tentation de traiter ce côté intellectuel de la question. Ce n'eût pas été sortir du sujet, car l'histoire de l'imprimerie n'est pas forcément la simple énumération des ateliers typographiques; elle touche à de certains points de l'histoire littéraire. On lit les ouvrages qui ont été conçus dans cet esprit en France, en Allemagne, en Angleterre, en Italie, parce qu'ils renferment des pages intéressantes, tandis qu'on se borne à consulter ceux dans lesquels les faits sont exposés sèchement.

Les renseignements sur le contenu des éditions musicales citées par l'auteur du mémoire eussent été moins étrangers au sujet, que ne le sont certains détails absolument dénués d'intérêt qui grossissent son mémoire.

Il reproduit *in extenso* des pièces qu'il suffisait d'analyser : par exemple un état des biens laissés par Madeleine Phalise, lequel ne remplit pas moins de 20 pages in-folio.

A diverses reprises, en nous apprenant où étaient situés les ateliers de tel imprimeur de musique dont il parle, il nomme le précédent locataire de la maison, fait connaître à quelles conditions et pour combien d'années le typographe la prit à bail, dit par qui elle fut occupée ensuite, etc., etc.

Les indications d'état civil qu'il donne pour les imprimeurs s'étendent à toute leur famille, à leur femme, à leurs enfants, aux parrains et marraines de ceux-ci, à leurs alliances, sans oublier les témoins des cérémonies baptismales et nuptiales. Ce sont là de véritables hors-d'œuvre qui, je le répète, grossissent le mémoire sans profit pour le lecteur que de telles particularités n'intéressent en aucune façon.

C'est assez généralement le tort de nos travailleurs, d'avoir du penchant pour les infiniment petits et d'accorder une importance exagérée à des détails oiseux. On prend aujourd'hui la peine de fouiller dans les archives et l'on acquiert, par ce moyen, une notion exacte des faits; mais on ne consent à sacrifier aucun des résultats du travail auquel on s'est livré. Intéressants ou non, tous les menus renseignements qu'on a recueillis sont publiés. Ce travers est commun à beaucoup d'investigateurs des dépôts d'archives. Au lieu de choisir, dans la somme des matériaux qu'ils ont rassemblés, ceux qui se rattachent directement à leur sujet et qui peuvent intéresser leurs lecteurs, ils donnent tout, au risque de rebuter ces derniers.

Lorsqu'il traite de certains points controversés de l'histoire de la typographie musicale dans les Pays-Bas, l'auteur, au lieu de discuter, se contente d'affirmer. Par exemple, rappelant l'opinion émise par plusieurs historiens de l'art que les premiers typographes flamands imprimèrent leurs éditions avec des caractères gravés et fondus par Haultin, graveur et fondeur français, il s'écrie .... *Nous répondrons carrément non!* On suppose qu'après avoir fait cette déclaration formelle, il va justifier son dire par des preuves, comparer les caractères de

Haultin avec ceux des imprimeurs belges, faire voir les différences qui existaient entre les uns et les autres. Ce n'est pas ainsi qu'il procède. Il se borne à faire remarquer qu'il y avait de bons fondeurs de caractères à Anvers et que, par conséquent, il n'est pas supposable que les imprimeurs de cette ville aient fait venir de l'étranger ce qu'ils pouvaient trouver chez eux, d'aussi bonne qualité et à meilleur marché. Les auteurs auxquels il répond avaient fondé leur opinion sur la similitude qu'ils croyaient remarquer entre les caractères employés pour les imprimeurs anversois et ceux de Haultin. L'auteur du mémoire ne fait pas mention de cet argument et conséquemment n'en discute pas la valeur. Si les auteurs qu'il veut réfuter se sont trompés, si les caractères qu'ils ont cru semblables offrent des différences, il fallait les faire ressortir. De pareilles questions ne doivent pas être tranchées aussi *carrément* que l'a fait l'auteur.

L'argument du bon marché n'est nullement péremptoire. Quelles raisons l'auteur du mémoire a-t-il de penser que les caractères d'impression coûtassent plus cher à Paris qu'à Anvers, au commencement du XVI^e^ siècle? Croit-il qu'aujourd'hui même, tout ce qui se fabrique dans notre pays soit à meilleur marché que les productions semblables de l'industrie étrangère? La Belgique ne manque pas actuellement de fondeurs de caractères, et cependant on voit encore des imprimeurs de Bruxelles, de Gand, d'Anvers, de Liége, se fournir de certains types à Paris. Pourquoi n'en aurait-il pas été de même il y a trois siècles, surtout pour des types dont on n'avait pas encore fait usage dans nos provinces? Nous ne prétendons pas résoudre ici la question; mais elle valait la peine d'être discutée, et ce n'est pas le *non* de l'auteur du mémoire, si carrément qu'il soit prononcé, qui puisse être considéré comme lui donnant une solution.

Je voudrais que l'auteur fût invité à se servir des termes que l'Académie a employés pour poser la question qui fait l'objet de son mémoire. L'Académie a demandé une histoire de la typographie musicale dans les Pays-Bas et spécialement dans les provinces qui composent aujourd'hui la Belgique. L'auteur ne parle que de la Néerlande et des Néerlandais. Il serait libre assurément de s'exprimer ainsi dans un ouvrage composé de sa propre initiative; mais lorsqu'il répond à une question posée par l'Académie, il est naturel et convenable qu'il se serve, pour désigner les choses, des termes qu'elle-même a employés. J'ajouterai que la littérature flamande, appelée aujourd'hui néerlandaise par quelques-uns, n'est pas intéressée dans la question des origines de la typographie musicale, attendu que les textes mis en musique par les compositeurs dont les typographes belges du XVI^e^ siècle ont publiés les œuvres sont latins, italiens ou français exclusivement.

Sous ces réserves, j'adhère à la proposition faite par le premier rapporteur d'accorder à l'auteur du mémoire le prix fondé par l'Académie; mais il m'est impossible de m'associer au désir exprimé par mon savant confrère M. de Burbure de voir augmenter l'importance de ce prix, et cela moins encore parce que ce serait contraire à tous les usages comme à tous les principes d'équité, que parce que je ne vois pas, dans le travail en question, les mérites supérieurs invoqués en faveur d'une récompense extraordinaire.

Il sera indispensable, si le mémoire est imprimé, que l'auteur en fasse soigneusement et sérieusement la révision au point de vue du style. On n'exige pas qu'un pareil travail se distingue par l'élégance de la forme littéraire;

mais il faut au moins que les règles de la langue y soient observées. »

La classe, après avoir entendu la lecture des rapports de MM. Gevaert et Fétis, adopte les conclusions de ses commissaires et décerne sa médaille à M. Alph. Goovaerts, bibliothécaire adjoint de la ville d'Anvers, auteur du travail.

SUJETS D'ART APPLIQUÉ.

PEINTURE.

La classe avait demandé le carton d'une frise élevée à 5 mètres du sol et ayant 1m,50 de haut sur un minimum de 4m,50 de développement.

Cette frise est destinée à un édifice public. Elle aura pour sujet : *L'Enseignement de l'enfance. — La Crèche école gardienne. — Le Jardin d'enfants.*

Les quatre cartons reçus portent comme devise :

Le premier : *Dieu et patrie ;*
Le deuxième: *Le soleil est lumineux et la terre est ronde ;*
Le troisième : *D'autres temps, d'autres mœurs ;*
Le quatrième : *Tendresse et travail.*

La section de peinture, assistée des autres membres présents au jugement, propose de décerner le prix au carton n° 3.

SCULPTURE.

La classe avait demandé le bas-relief d'une frise placée à 3 mètres d'élevation et ayant pour sujet : L'INDUSTRIE LINIÈRE PERSONNIFIÉE.

La section de sculpture, assistée des autres membres présents au jugement, propose de décerner le prix au seul bas-relief envoyé et qui porte une clef comme marque distinctive.

M. le directeur rend compte du jugement porté sur ces travaux par les sections qui ont été chargées de les examiner. Ce jugement sera soumis, également, à la sanction de la classe, dans la prochaine séance.

PRÉPARATIFS DE LA SÉANCE PUBLIQUE.

M. Alvin donne lecture du discours qu'il se propose de prononcer en sa qualité de directeur.

M. le secrétaire perpétuel donne ensuite lecture du programme de la solennité, lequel est approuvé.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance publique du 24 septembre 1877, à 1 heure.

(Dans la grande salle des séances solennelles.)

M. Alvin, directeur de la classe, président de l'Académie.

M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Guill. Geefs. Jos. Geefs, C.-A. Fraikin, Éd. Fétis, Edm. De Busscher, le chevalier L. de Burbure, J. Franck, Gustave De Man, Ad. Siret, Julien Leclercq, Ernest Slingeneyer, Alex. Robert, F.-A. Gevaert, Ad. Samuel, Guffens, *membres;* Éd. de Biefve et Alex. Pinchart, *correspondants.*

Assistent à la séance :

Classe des sciences : MM. L. De Koninck, H. Nyst, Gluge, F. Duprez, E. Quetelet, Ch. Montigny, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Folie, Éd. Mailly, *membres;* M. Mourlon, *correspondant.*

Classe des lettres : MM. Alphonse Wauters, directeur; J. Roulez, le baron J. de Witte, Ch. Faider, Th. Juste, A. Wagener, *membres;* Loise, *correspondant.*

Le programme de la solennité se compose :

1° Du discours de M. L. Alvin, directeur de la classe, président de l'Académie;

2° De la proclamation, par M. J. Liagre, secrétaire perpétuel, des résultats du concours annuel de la classe et des grands concours du gouvernement (dits prix de Rome): composition musicale et sculpture;

3° De l'exécution de la cantate couronnée au grand concours de composition musicale de 1877 : De Klokke Roeland, poëme de M. Jules Sabbe, professeur à l'Athénée royal de Bruges, lauréat du concours des cantates, musique de M. Edgar Tinel, de Sinay (Waes).

A 1 heure, MM. les académiciens prennent place sur l'estrade qui leur est réservée devant l'orchestre et les chœurs.

Le bureau se compose de MM. Alvin, Liagre et Alph. Wauters, directeur de la classe des lettres.

Dans la loge ministérielle assistent sir John Savile Lumley, ministre plénipotentiaire de la Grande-Bretagne; M. Delcour, Ministre de l'Intérieur, et M. J. Rousseau, directeur des beaux-arts, ainsi que divers hauts fonctionnaires de l'État.

Les autres loges, la salle et l'amphithéâtre sont entièrement garnis par une brillante assemblée, composée en grande partie de dames et d'artistes.

M. Alvin ouvre la séance et prononce le discours suivant:

« Mesdames, Messieurs,

» Il y a vingt ans, à pareil jour à l'occasion de cette même solennité qui nous rassemble aujourd'hui occupant ce même fauteuil auquel m'a appelé de nouveau cette année l'indulgence de mes confrères, j'avais pris pour texte un sujet qui passionnait alors l'opinion publique. *L'alliance de l'art et de l'industrie.* On était déjà d'accord à cette époque pour reconnaître qu'avant de l'appliquer à l'industrie, il faut être en possession de l'art lui-même, et que c'est à l'école principalement que revient le rôle d'en propager la notion et de la faire descendre jusqu'aux couches les plus infimes de la société ; mais on reconnaissait également que c'est d'en haut et non point d'en bas que doit venir l'impulsion, c'est-à-dire que s'il faut rechercher avec persistance les moyens les plus propres à former de bons ouvriers en les initiant à la pratique des arts du dessin, il ne faut point négliger la formation des artistes complets, parce que c'est à eux seulement qu'il appartient d'imprimer la direction, de créer les modèles.

» Mais quels sont les meilleurs moyens d'assurer à la fois la formation d'adeptes du grand art et l'éducation de l'ouvrier exerçant les métiers qui ont pour objet les produits empruntant aux arts graphiques et plastiques leur principale valeur ?

» L'enseignement doit-il être différent soit qu'il s'applique à l'éducation professionnelle de l'ouvrier, soit qu'il ait pour but de former des artistes ?

» Faut-il créer des institutions spéciales pour chacune de ces catégories ?

» Ces questions, qui depuis un quart de siècle ont occupé les hommes les plus compétents appelés à conseiller le gouvernement, n'ont encore reçu qu'une solution théorique.

» Étant établi que le dessin, considéré comme moyen de reproduire la pensée, est aussi nécessaire au peuple, doit être aussi répandu que l'écriture elle-même, on a admis comme conséquence logique la nécessité d'introduire cette branche des connaissances humaines dans le programme des écoles à tous les degrés. Cela ne veut pas dire que, du jour au lendemain, l'enseignement du dessin va se trouver installé dans toutes les écoles primaires : il faudra du temps et des sacrifices pour y parvenir, mais c'est avoir fait un grand pas que d'avoir établi le principe avec la ferme volonté de l'appliquer.

» L'école primaire va donc servir en quelque sorte de pépinière pour le recrutement des élèves des écoles spéciales de dessin, de modelage et d'architecture qu'on désignait exclusivement autrefois chez nous par la dénomination d'académies, et cela permettra à ces dernières de relever leur enseignement.

» Il est reconnu que ces écoles spéciales de dessin réclament depuis longtemps des réformes. Malgré d'importantes améliorations introduites dans quelques localités, il reste beaucoup à faire pour arriver à une organisation complètement satisfaisante. Ce qu'il y manque surtout, c'est l'unité de programme, et c'est à combler cette lacune que tendent en ce moment les efforts de l'administration centrale. Les moyens d'action dont elle dispose sont limités. En matière d'enseignement scientifique et littéraire, son autorité est sanctionnée par les lois qui régissent les universités, les athénées les colléges, les écoles moyennes et les écoles primaires, son action s'y trouve définie et limitée. Il n'en est point de même à l'égard des institutions destinées à répandre la connaissance et la pratique des arts du dessin. A l'exception de l'Académie royale des beaux-arts d'Anvers, toutes nos écoles de dessin ont le caractère d'établissement communal, n'ayant avec le gouvernement que des rapports résultant de l'octroi de subsides, sous telles et telles conditions.

» On aurait donc tort de rendre le gouvernement seul responsable de la situation de ces établissements. Rendonslui cette justice qu'il ne néglige rien pour introduire des améliorations partout où son intervention est acceptée. L'organisation d'une inspection, encore provisoire, les travaux d'un conseil de perfectionnement, qui fonctionne depuis dix-huit ans, sont là pour prouver qu'il n'a point abdiqué ses droits et qu'il n'a point failli à sa tâche. On lui reproche toutefois de n'être point entré assez résolûment dans la pratique, d'avoir trop prolongé la période des délibérations théoriques, d'avoir enfin négligé certains moyens propres à stimuler le zèle des maîtres. Au nombre de ces moyens figurent en première ligne ces exhibitions dont un essai a été fait en 1868 et les concours qu'on désire voir instituer entre les élèves des écoles de dessin.

» C'est de ces derniers que je vais avoir l'honneur de vous entretenir.

» Les concours, tout le monde le reconnaît, sont un moyen efficace d'exciter l'émulation non-seulement entre les élèves qui y prennent part, mais aussi entre les professeurs dont ils stimulent le zèle : ils sont donc un instrument de progrès. Pourquoi alors hésite-t-on encore à employer cet instrument? A mon avis, on s'exagère les difficultés que présente l'organisation de ces luttes dites pacifiques : on s'effraye trop de quelques abus possibles, comme si l'on n'abusait pas de tout ce qui est bon.

» Les difficultés existent assurément, mais elles ne sont point insurmontables. Une expérience décisive a été faite, chez nous, dans des conditions analogues.

» Lorsque, en 1840, l'honorable M. Charles Rogier tenta le premier essai de concours entre les athénées et les colléges, ces établissements d'instruction, en l'absence d'une loi organique, présentaient une diversité d'organisation, je dirai presque une confusion qui avait beaucoup d'analogie avec la situation actuelle de nos écoles de dessin, si l'on s'en rapporte au tableau qu'ont fait dernièrement de celles-ci messieurs les inspecteurs.

» Les relations des colléges et des athénées avec l'État n'étaient pas mieux définies que ne le sont aujourd'hui celles que le gouvernement entretient avec les communes qui possèdent des Académies.

» L'octroi d'un subside était le seul prétexte à l'immixion de l'autorité centrale dans l'administration. Celle-ci n'exerçait même plus, d'une manière régulière et permanente, son droit d'inpection. Le dernier inspecteur était mort et n'avait pas été remplacé. Le niveau des études baissait sensiblement, l'enseignement supérieur s'en ressentait. Cette situation inquiétait vivement tous les esprits que préoccupait l'avenir intellectuel de la nation.

» Quel remède eut alors la puissance d'arrêter les progrès du mal ?

» Le concours.

» C'est dans ces circonstances que se constituait le ministère de 1840. L'honorable M. Ch. Rogier, qui avait l'instruction publique dans ses attributions, fut le premier qui entrevit le remède et qui se décida à l'appliquer. A la date du 4 juillet, il adressa une circulaire aux bourgmestres des villes qui recevaient des subventions sur le trésor public pour l'entretien de leurs colléges. Elle débute par cette phrase significative :

« Désirant me rendre compte de l'emploi utile donné
» aux subsides que le gouvernement alloue à plusieurs
» établissements d'enseignement moyen et me faire une
» idée exacte du degré d'avancement auquel les études y
» sont parvenues, j'ai résolu de faire procéder, avant les
» vacances prochaines, à l'inspection prévue chaque
» année par la loi du budget. »

» Le mode nouveau d'inpection, c'était le concours, qui ne devait être appliqué, pour cette année, qu'aux cours supérieurs et à l'enseignement des langues anciennes, de la langue française et des mathématiques.

» Le premier effet, l'effet immédiat de l'annonce du concours fut de relever le moral des professeurs qui se croyaient abandonnés de l'autorité centrale. Ceux-ci saluèrent de leurs acclamations l'idée de M. Rogier. On s'était enfin souvenu de leur existence, on allait s'occuper sérieusement de leurs intérêts, de leur avenir ; les plus découragés se reprirent à l'espérance et redoublèrent de zèle.

» L'effet produit par les résultats du concours, proclamés solennellement aux fêtes de septembre de 1840, fut complexe. Ces résultats révélaient aux uns les imperfections de l'organisation de leur enseignement ; ils mettaient en première ligne des colléges jusque-là ignorés qui avaient disputé avec succès les palmes aux institutions les plus en évidence.

» Si l'émulation fut vivement excitée chez les uns, d'autres ne supportèrent point sans murmures l'humiliation d'avoir été vaincus par d'obscurs concurrents.

» Pendant que ces sentiments divers agitaient ce corps professoral, les administrations des communes, qui régissaient souverainement leurs colléges ou athénées, virent, dans ces résultats, un avertissement qui leur commandait de redoubler de vigilance et de porter elles-mêmes remède au mal qui leur était signalé. Et plusieurs profitèrent de la leçon.

» La seconde fois que le gouvernement décréta le concours, il le fit par un arrêté royal et ne crut plus obligé de le dissimuler sous l'apparence d'une inspection. L'habile homme d'État qui administrait en 1841 le département de l'instruction publique, M. J.-B. Nothomb, avait reconnu le parti qu'il pouvait tirer de l'institution fondée par son prédécesseur et, — comprenant d'ailleurs combien il lui eût été difficile alors d'obtenir de la législature une loi sur l'instruction moyenne, — il imagina de se servir du concours pour réorganiser, sans contrainte, les établissements consacrés à cet enseignement.

» Les dispositions nouvelles qu'il décréta pour le concours de 1841 tendaient toutes à cet but.

» Il publia un programme modèle.

» Il admit au concours les établissements libres.

» Dès lors, la création de M. Ch. Rogier était fondée sur des bases solides; elle ne tarda point à être acceptée par toutes les opinions. Les ministères qui se succédèrent travaillèrent sans arrière-pensée à la perfectionner et à lui faire produire les meilleurs fruits. Et quand le moment fut venu, dix ans plus tard, de régler par la loi les destinées de l'instruction moyenne, le concours y prit sa place à titre d'institution nationale.

Ce qui a été praticable pour cet ordre d'enseignement, ce qui a pu produire de si heureux résultats pour les études scientifiques et littéraires ne présenterait pas plus de difficulté et exercerait une influence aussi salutaire appliquée à l'enseignement des arts graphiques et plastiques.

» On m'objectera que ce n'est là qu'une opinion particulière personnelle. Je répondrai qu'elle est fondée sur une expérience déjà longue, expérience que j'ai puisée dans une participation active, durant dix années, à l'exécution de ces mesures. J'ai, de plus, pour la corroborer, le témoignage de deux hommes d'État éminents qui ont pu se trouver en dissentiment sur les questions de la politique, mais qui étaient également animés de l'amour du bien et du zèle pour le progrès.

» C'est dans les rapports et dans les discours émanés de ces habiles administrateurs que je trouve ces témoignages.

» Le rapport lu dans la séance du 26 septembre 1842, sous l'inspiration de M. J.-B. Nothomb, détermine en ces termes le rôle véritable des concours.

« Exciter l'émulation entre les élèves, animer et entre-
» tenir le zèle des professeurs et enfin amener sans con-
» trainte une organisation régulière de l'enseignement
» dans les colléges subventionnés par l'État et dans tous
» ceux qui peuvent désirer de faire participer leurs élèves
» à l'honneur de mériter les couronnes que distribue le
» gouvernement. »

« Et l'année suivante, le même ministre s'exprimait avec plus de précision encore :

« L'instruction moyenne, disait-il, manque encore de
» loi organique ; le concours n'est que provisoire ; mais il
» est devenu, dans ses développements successifs, un
» moyen d'organisation. »

» Enfin le fondateur de l'institution, revenu au pouvoir, exprimait son appréciation à l'égard de l'effet produit par les concours.

» Je me plais à reproduire ce passage du discours prononcé le 25 septembre 1848, à la séance solennelle de la distribution des prix, par l'honorable M. Rogier :

« Le concours institué en 1840 entre les établissements
» d'enseignement moyen fut présenté, à son origine,
» comme un essai que le temps seul pouvait compléter et
» sanctionner. L'institution est aujourd'hui éprouvée par
» sept années de pratique, et plusieurs résultats très-

» marquants ont été obtenus. Avant le concours, on peut
» le dire, je pense, sans blesser aucune susceptibilité, les
» établissements d'enseignement moyen offraient un
» spectacle peu rassurant pour l'avenir de l'instruction
» publique. Abandonnés à eux-mêmes sans gouvernail ni
» boussole, battus par tous les vents de la concurrence,
» beaucoup d'entre eux semblaient menacés du naufrage.
» Pas de lien commun, pas de règle commune, le décou-
» ragement partout. C'est alors que le gouvernement
» comprit que le moment était venu de faire acte de pré-
» sence et de vigueur. Les concours furent institués. Les
» professeurs se sentirent touchés par une main amie.
» Les établissements d'enseignement se sentirent ratta-
» chés à l'État par un lien plus intime. Un esprit nouveau
» les anima : chacun se remit à l'œuvre; au découragement
» ment succéda la confiance; la règle prit la place de
» l'anarchie, l'unité fut ramenée dans les études et leur
» niveau se releva. »

» Le concours pouvant être lui-même le moyen de ramener les écoles à une organisation, à un programme uniforme, l'argument qui s'appuie sur leur diversité actuelle pour faire ajourner l'épreuve, manque de fondement; de plus, si cette cause dilatoire continue à l'emporter, l'ajournement peut être considéré comme indéfini. Ne vaut-il pas mieux renouveler l'expérience qui a si bien réussi et dont je viens de rappeler les diverses phases et les heureux effets?

» Cette objection écartée, on en soulève une autre. En excitant l'émulation, sentiment noble et fécond, on en éveille un autre moins avouable, la jalousie, qui suscite chez les uns la défiance, et peut aller jusqu'à suggérer à quelques autres des moyens illégaux pour obtenir le triomphe. C'est à combattre cette défiance, c'est à rendre la fraude impossible que doit s'appliquer l'autorité qui se donne la mission d'organiser des concours. Ceux que l'on appelle à ces luttes, professeurs, élèves, ainsi que les parents de ces derniers, doivent être pleinement rassurés à cet égard.

« On ne saurait trop répandre ce sentiment de con-
» fiance parmi les parents surtout, — lit-on dans le rap-
» port du 26 septembre 1843. — Ils ont besoin d'être
» assurés que leurs enfants ne rencontreront pour adver-
» saires que d'autres enfants ayant tous les mêmes
» chances de succès, et que l'avantage sera exclusivement
» réservé à l'intelligence supérieure, à l'application la
» plus soutenue, aux efforts des professeurs les plus zélés
» et les plus habiles, à la règle, à l'organisation classique
» la mieux conçue. »

» C'est faire une injure gratuite au corps professoral ainsi qu'aux fonctionnaires qui seraient chargés d'organiser et de surveiller les concours, que de croire possibles des fraudes qui exigeraient, pour réussir, la connivence du maître et de l'élève ou même des dépositaires de l'autorité.

» Dans les premiers temps de l'institution des concours de l'enseignement moyen, ces soupçons injurieux se sont produits; des mesures précises et énergiques ont été prises par l'autorité pour leur ôter toute apparence de fondement. On ne saurait trop rappeler, à ce propos, les belles et nobles paroles d'un de nos plus illustres confrères qui, à tant d'autres qualités éminentes joignait, de l'assentiment de tous, le caractère le plus droit et le plus loyal, les sentiments les plus élevés.

» Voici en quels termes s'exprimait M. Sylvain Van de

Weyer, à la distribution des prix du 25 septembre 1845. Après avoir rappelé les précautions prescrites par le gouvernement pour éviter l'apparence même de la fraude, il ajoutait :

« Que sont ces précautions matérielles en comparaison » des garanties morales qu'offrent la position, les habitudes, » le caractère de tous ceux qui président ou participent » aux opérations du concours!

» Et d'abord, les fonctionnaires de l'État, habitués, dans » une mission dont ils apprécient la haute importance, à » veiller à l'exécution sévère et consciencieuse de la loi, » devraient perdre tout à coup le sens moral, s'ils oublaient » combien ces devoirs, toujours impérieux, sont plus sa» crés encore, lorsqu'il s'agit de l'instruction de la jeu» nesse, de l'appréciation de ses premiers travaux, de » jugements enfin qui peuvent influer sur tout son » avenir.

» Les professeurs offrent-ils moins de sécurité ? Il y a, » messieurs (et j'en appelle ici à votre propre expérience, » à des sentiments que vous avez tous éprouvés), il y a, » dans l'éducation de la jeunesse, quelque chose qui » élève et ennoblit l'âme. On ne forme point les autres » sans se réformer soi-même; on ne combat point les » mauvaises passions naissantes, sans en avoir étouffé le » germe dans son propre cœur; et, dans ce tendre et con» stant respect, que l'on doit à l'enfance, le professeur » apprendrait, s'il l'ignorait, à se respecter lui-même.

» C'est là, messieurs, que je trouve des garanties contre » les abus, la partialité, la connivence, la fraude, et non » dans ces urnes, ces boîtes, ces cachets, vaines précau» tions, si le sentiment de l'honneur le plus délicat n'anime » pas ceux qui les emploient.

» Que si l'institution du concours devait faire naître
» dans tous les cœurs de tristes jalousies, de honteux
» soupçons, de basses méfiances; si les professeurs ces-
» saient d'avoir foi en leurs collègues, les élèves en leurs
» professeurs, et tous en l'intégrité des fonctionnaires de
» l'État; si, en un mot, les uns et les autres se croyaient
» capables d'user de tous les moyens pour emporter ou
» favoriser un succès à tout prix, je n'hésiterais pas à le
» dire : l'institution du concours serait mauvaise, et il
» faudrait se hâter de l'abolir, dans l'intérêt de la morale
» publique et de la génération qui s'élève; car rien, à mes
» yeux, ne saurait lui être plus fatal que de faire avorter
» dans son sein, par des habitudes de passions déni-
» grantes, ces nobles velléités d'ambition généreuse qui
» n'attendent qu'une occasion pour se traduire en grandes
» et belles actions.

« Oui, jeunes élèves, ajoutait en finissant l'orateur,
» soyez-en bien convaincus : pour atteindre à une haute
» moralité, il faut croire à la moralité des autres. Con-
» sultez l'histoire : la méfiance n'a jamais rien produit de
» grand. Elle décèle l'appauvrissement et la caducité de
» l'âme. »

» On peut conclure, je pense, de ce qui vient d'être dit, que l'organisation d'un concours entre les écoles de dessin ne rencontrerait pas plus de difficultés aujourd'hui que n'en a rencontré, en 1840, l'organisation de cette même institution pour l'enseignement scientifique et littéraire, que les obstacles qu'on redoute et qui sont d'ailleurs ceux que rencontre toute innovation, seraient aussi facilement surmontés par l'intelligence et la loyauté des fonctionnaires du département des beaux-arts qu'ils l'ont été, depuis trente-sept ans, par ceux de l'instruction publique (1). L'expérience des uns ne sera pas perdue pour les autres. Et, j'en ai la ferme confiance, le succès sera complet et le résultat des plus favorables à l'égard des écoles et par suite à l'égard du développement de nos industries de luxe.

» Ce n'est pas que je veuille prétendre que des écoles seules dépend le renouvellement d'une alliance permanente et fructueuse entre l'art et l'industrie; d'autres éléments encore doivent concourir à ce résultat.

» Il y a surtout un genre d'enseignement qui peut et qui doit exercer sur toute la population une influence continue, de tous les jours; que l'on subit sans s'en apercevoir : je veux parler de celle qui résulte de la vue des monuments et des œuvres d'art s'offrant, à chaque instant, aux yeux du peuple dans les grands centres où se fixent habituellement les industries de luxe.

» Là encore, l'intervention des pouvoirs publics est indispensable, et, disons-le sans crainte d'être taxés de flatterie, l'administration supérieure et celles de nos grandes cités ne sont point demeurées, sous ce rapport, au-dessous de leur mission. Il appartient en effet aux administrations de tous les degrés, au gouvernement, dans sa haute sphère, aux provinces, aux villes et aux communes de multiplier ces moyens de former ou de rectifier le goût des populations en ouvrant largement les édifices qui renferment les chefs-d'œuvre de l'art du temps passé, les musées de peinture et de sculpture, en distribuant des productions des mêmes arts sur les places publiques, sur les façades des monuments, dans les salles accessibles à la foule. Que tout bâtiment, érigé aux frais des contribuables paye la dîme aux beaux-arts et soit marqué au coin du bon goût. Il ne faut pas croire que cette préoccupation du beau dans les constructions entraîne à d'excessives dépenses. Ce n'est pas la richesse des matériaux qui donne un caractère monumental à un bâtiment, c'est la pureté, l'harmonie des formes qui constituent la beauté d'un édifice.

---

(1) Le gouvernement, d'ailleurs, paraît convaincu non-seulement de la possibilité, mais aussi de la nécessité de l'organisation de ces concours, puisque l'obligation d'y prendre part figure au nombre des conditions qu'il impose depuis huit ans aux écoles de dessin auxquelles il octroie des subsides.

» N'a-t-on pas vu des conceptions bizarres blessant tous les principes du bon goût, ou même de plats et vulgaires lieux communs, exiger des dépenses énormes? L'économie se met plus volontiers d'accord avec une savante et harmonieuse ordonnance.

» Il y a donc deux sortes d'enseignements à adresser au peuple : celui de l'école et celui de la rue, si je puis m'exprimer ainsi. Et on ne saurait trop répéter au gouvernement, aux provinces, aux communes : Fondez, entretenez des écoles de dessin ; surveillez-les avec sollicitude, autorités de tous les degrés, laïques et ecclésiastiques; restaurez les monuments du passé, érigez-en de nouveaux, donnez-leur une décoration en rapport avec leur destination, afin que nous puissions les montrer à l'étranger comme l'œuvre d'une nation intelligente, qui a la louable ambition de ne point déchoir du rang auquel se sont élevés ses ancêtres, et qui tient à honneur de montrer au monde entier qu'elle a su mériter les bienfaits de l'autonomie et de l'indépendance dont elle jouit depuis bientôt un demi-siècle. »

Des applaudissements ont accueilli ce discours.

M. le secrétaire perpétuel a ensuite proclamé de la manière suivante les résultats des concours :

CONCOURS ANNUEL DE LA CLASSE.

Sujets littéraires.

Un mémoire portant pour devise : *L'existence de Rubens fut une lutte contre son originalité*, a été reçu en réponse à la première question du programme :

Déterminer quelles ont été les influences qu'ont subies pendant leur séjour en Italie, les artistes flamands P.-P. Rubens et Ant. Van Dyck.

Rechercher si, à leur tour, ces peintres n'ont pas aussi exercé une certaine influence sur les artistes italiens.

Conformément aux conclusions favorables des commissaires, chargés d'examiner ce travail, la classe a décerné sa médaille d'or de *six cents francs* à l'auteur M. Edgar Baes, à Bruxelles.

Un mémoire, portant pour devise : *Amore et Labore*, a été reçu en réponse à la quatrième question :

Faire l'histoire et la bibliographie de la typographie musicale dans les Pays-Bas et spécialement dans les provinces qui composent aujourd'hui la Belgique.

Conformément aux conclusions favorables des commissaires chargés d'examiner ce travail, la classe a décerné sa médaille d'or de *mille francs* à l'auteur, M. Alphonse Goovaerts, bibliothécaire adjoint de la ville d'Anvers.

Sujets d'art appliqué.

L'Académie avait demandé, comme sujet de peinture, le carton d'une frise pour un édifice public, élevée à 5 mètres du sol et ayant 1^m^,50 de haut sur un minimum de 4^m^,50 de développement. Elle devait avoir pour sujet : *L'Enseignement de l'enfance.— La Crèche école gardienne.— Le Jardin d'enfants.*

Quatre cartons ont été soumis au concours. Ils portent pour devise :

Le premier : *Dieu et Patrie;*

Le deuxième : *Le soleil est lumineux et la terre est ronde;*

Le troisième : *D'autres temps, d'autres mœurs ;*

Le quatrième : *Tendresse et travail.*

Le prix de *mille francs* a été décerné au carton n° 3, portant pour devise : *D'autres temps, d'autres mœurs*, et qui a pour auteur M. Auguste Bourotte, à Bruxelles.

Pour la sculpture, la classe avait demandé un bas-relief d'une frise placée à 3 mètres d'élévation et ayant pour objet de représenter : *L'industrie linière personnifiée.*

Le prix de *mille francs* a été décerné à la seule œuvre soumise et portant une clef comme marque distinctive. Ce bas-relief a pour auteur M. Georges Geefs, à Anvers.

CONCOURS DU GOUVERNEMENT.

GRAND CONCOURS DE COMPOSITION MUSICALE DE 1877.

Concours des cantates.

M. le Ministre de l'Intérieur, sur les propositions du jury chargé de juger le double concours des cantates devant servir de thème aux concurrents pour le grand prix de composition musicale de 1877, a décerné le prix des cantates françaises à M. Clément Michaels, de Schaerbeek, pour son poëme intitulé : *Samson et Dalila*, et le prix des cantates flamandes à M. Jules Sabbe, professeur à l'athénée royal de Bruges, pour son poëme intitulé : *De Klokke Roeland.*

Concours de composition musicale.

Le jury chargé de juger le grand concours de composition musicale pour 1877 a décerné, à l'unanimité, le premier prix à M. Edgar Tinel, né à Sinay (Saint-Nicolas).

Un premier second prix a été accordé à M. Julien Simar, né à Bruxelles, et un deuxième second prix à M. J.-B. De Pauw, de la même ville.

Une première mention honorable a été accordée à M. Sylvain Dupuis, né à Liége; une deuxième à M. Émile Dethier, de la même ville, et une troisième à M. Léon Soubre, né à Bruxelles.

GRAND CONCOURS DE SCULPTURE DE 1877.

Le jury chargé de juger le grand concours de sculpture ouvert cette année a décerné le premier prix à M. Julien Dillens, de Bruxelles; un second prix a été décerné à M. Charles De Kesel, de Somergem, et une mention honorable, en partage, a été accordée à MM. François Joris, de Deurne; Georges Geefs, d'Anvers, et Désiré Duwaerts, de Diest.

Les lauréats, à l'exception de M. De Kesel, retenu par indisposition, et de M. Michaels, sont venus recevoir leurs récompenses des mains de M. le Ministre de l'Intérieur et de M. le président de l'Académie, qui leur ont adressé des félicitations.

La séance a été terminée par l'exécution de la cantate, dirigée par l'auteur, M. Tinel.

L'assemblée a vivement applaudi cette œuvre, dont les soli ont été chantés par Mlle Gilbert, M. Em. Blauwaert (baryton) et M. J. Van Cauteren (ténor). Les chœurs ont été exécutés par la Société Roland de Lattre, de Hal, et par les demoiselles élèves du Conservatoire royal de Bruxelles.

Voici le poëme de M. Jules Sabbe:

DE KLOKKE ROELAND*.

Motto :

Mijn naam is Roeland!
Als ik kleppe, 't is storm of brand;
Als ik luide, 't is victorie in Vlaanderland!

Reciet

Grijze toren der Gemeente
  Rijzend in den avondgloed,
  Wijl de nacht aan uwen voet
Reeds de graven dekt der helden,
Die U, vrijheidsreus, daar stelden
  Tot getuige van hun moed, —
  Wees, o Belfort, ons gegroet!

En gij, Klokke, daar omhooge,
  Bronzen ziel in 't steenen lijf,
Die de vaadren opgetogen
  Wektet tot hun kloek bedrijf,

---

* Roeland was de naam der groote stormklok van Gent. Zij was versierd met het opschrift dat als motto dient.

Daag hun schimmen voor onze oogen!
Dat ze ons warmen 't koele bloed!
Dat ze leeren aan het heden
Hoe de grootheid van 't verleden
't Werk was van hun mannenmoed!

Verrijzende geesten.

Roeland! Roeland!
Als hij klept, 't is storm of brand!
Als hij luidt, o heil en glorie,
't Is victorie
In Vlaanderland!
Reciet : Maar }
Koor : Ja } hij waakt, in vredestijd,
Nu op 't werk van liefde en vlijt!

Een wever *(in zijn huisje, bij 't getouw).*

Lijk het zonneke lacht door de ruiten,
Lacht de liefde uit uwe oogen, o vrouw;
En zoo blij als de lente daarbuiten
Is het werk hier, bij u, op 't getouw!
Want wat gij spint,
Dat zal ik weven;
En wat het wint
Zal vreugde geven :
't Is al voor u en voor ons kind!...

Mijn vrouw! ons kind! ons werk! o tooverwoorden!
Wat heeft het moed
Gekost en bloed,
Eer al die schatten ons behoorden! —
Maar nu, geen heer,
Geen slaaf ook meer!
Nu is de burgerman een koning
In zijne woning!
Hij stichtte met een kloeke hand
Het huisgezin, het vaderland! —

En uit zoo meniger helden gebeente
Rees, als een huldigend grafgesteente,
’t Grootsche Belfort op, en daar
Waakt op het werk, wekt in ’t gevaar
De klokke der Gemeente! —

Geestenkoor.

Roeland! Roeland!
Hoort, hij klept!... Is het storm of brand?...

Stemmen.

’t Is de vijand in Vlaanderland!
Te wapen!

Weversvrouw.

God! te wapen!
Weer die kreet,
Die zoo vaak in ’t hart me sneed!
Al wat liefde leven deed
Treft die kreet!
God! te wapen!

Wever.

Druk den helm mij op de slapen!
Gord het zwaard mij om de leên!
Vrouwe, daarheen
Roept me de plicht,
Ver van u en het lieve wicht!

Wever.	**Weversvrouw.**
Vaarwel, o levensgezellinne!	Vaarwel, o zoete droom van minne!
Vaar immer wel!	Denk, o mijn held,
’t Is ’t bloedig spel	Nog in ’t geweld
Dat weer begint!	Aan vrouw en kind!

Beiden.

Laat me al wat ooit in 't hart ik sloot
In dezen kus u geven!
Maar, in de zege of in den dood,
Blijve onze liefde leven!
Vaarwel!

Vrouwen.

Wee! uit onze armen
Worden alweêr de geliefden gerukt!

God heeft vrijheid ons gegeven,
Maar ook 't minnevuur!
Kost het dan zoo duur
Minnend vrij te leven?

Grijzaards.

Kwel met geen kermen
Helden ter redding der vrijheid gerukt!

In haar hemelgloed te leven
Is onwaardig hij,
Die niet trotsch en blij
Ook voor haar kan sneven!

Reciet in koor (*visioen*).

Wee! die bloedwolk voor onze oogen!
Wee!
Die zee
Van menschen en paarden
En knodsen en lansen
En zwaaiende zwaarden!
Wee! dat getier!...
Smoort geen kreet van mededoogen!...
Hoort ge 't van hier!
Ziet ge ze ginder akelig glanzen,
De groene wei,
De purperen heî,
Dampend in den zonnegloed
Rood van bloed! —
En over de plassen, waar tassen in vielen
Van lijken, gemaald door het morzelend wielen
Van 't woeste gevecht
Voor het recht,
Dreunt nog dreigend krijgsgeschreeuw!

Stemmen.

Mont-joie et Saint-Denis! Vlaanderen den leeuw!

Reciet (*vervolg*).

Ach! wie kan de bange klacht
In het harte smoren?
In dien maalstroom van haat wordt de liefde versmacht!

Grijzaards.

Maar de vrijheid wordt er herboren!...
Hoort ge Roelands bronzen mond,
Die haar zegepraal verkondt! —
Hoort, hij luidt, o heil en glorie!
't Is victorie
In Vlaanderland!

Vrouwen, kinders.

Strooit bloemen op hun weg, vlecht kronen voor de helden!
Zij keeren uit den strijd, die 't volk in eer herstelden!

(*Triomfmarsch. — Het zegevierende gemeente leger in aantocht.*)

Weversvrouw.

Ach! al is de nood geweken
En gewroken recht en eer,
'k Voel me toch het harte breken!...
Kind, keert ook uw vader weer? —

Gemeentestrijders (*komen in triomf de stad binnen).*

Hard is de strijd geweest,
Hoog onze moed!
Vrijheid, uw hemelgloed
Maakt onbevreesd!

Menige helden, ach!
Bleven op 't veld!...
Maar ook verpletterd lag
Dwang en geweld!

Weversvrouw.

Wee! mijn angstig voorgevoel!
'k Mis hem in het blij gewoel!....
Ons geluk, zijn leven,
O mijn kind, ons liefde pand,
Solo en koor. { Voor het vaderland
Werd het al gegeven.

Allen. (*Slotkoor.*)

Milder zal het veld nu bloeien,
Oogsten telen, vruchten broeien,
Zwellend van der helden bloed!
Recht en rede zullen tronen!...
Maar hoe zullen eens de zonen
't Grootsche werk der vaadren kronen,
Dat zoo duur ons kosten moet?...

O Belfort, uit den nacht van zooveel heldengraven
Verrijzend, beeld der trouw, in reinen hemelgloor!
O Roeland, heilig brons, waarin de ziel der braven,
Tot reuzenpsalmen smelt, en leeft de tijden door!
Verwekt voor 't nageslacht het epos van ons lijden!
En houdt hun 't offer voor in vreugd of bangen nood!
Dat hun uw stemme leer te leven door te strijden!
Zoo blijve ons volk in eere, en Vlaanderen vrij en groot! —

LA CLOCHE ROLAND.

Traduction de M. Jules Guilliaume.

Le Récitant.

Vieille tour du beffroi
Dont les restes sont les annales
De nos franchises communales,
Belfort, salut à toi !

La lune aux lueurs indécises
Éclaire à tes pieds le champ de repos
Où dorment les héros
Dont la main jeta tes larges assises.
Témoin qui les immortalises,
Monument de gloire et d'effroi,
Salut, Belfort, mon vieux beffroi!

Et toi, cloche altière,
Cœur d'airain dans un corps de pierre,
Roland, fait surgir à nos yeux
Les ombres saintes des aïeux.
Parle-nous, de ta voix qui vibre ;
Rends-nous meilleurs, en nous montrant
Comment un peuple reste libre,
Comment un peuple devient grand!

Spectres.

Roland! Roland!
Il donne, vigilant,
Le signal des alarmes.
Il sonne pour crier aux armes,
Il tinte pour crier au feu;

Et quand Roland se fait entendre
A toute volée, à plein jeu,
C'est victoire, victoire en Flandre!

Le Récitant.

Mais la discorde sans retour
A disparu du monde;
Partout règne la paix féconde,
Et Roland, nuit et jour,
Sommeille dans sa tour.

Un tisserand.

Le soleil qui pénètre
A travers la fenêtre
Me sourit moins joyeux
Que l'amour dans tes yeux.
Près de toi, chère femme,
Le travail est un jeu;
Quand la joie est dans l'âme,
On est riche de peu.
Pour m'aider dans ma tâche,
Assise à ton rouet,
Tu files sans relâche
Le lin que je tisse à souhait;
Partage où tout est nôtre,
La peine et les profits;
Travaillons l'un pour l'autre
Et tous les deux pour notre fils.
Une femme qu'on aime,
Un enfant!... n'est-ce pas
Le bonheur du ciel même
Qui commence ici-bas?

Ma femme! mon enfant! doux êtres!
A nos ancêtres,
Combien d'efforts

Il a fallu naguères
Et combien de sanglantes guerres
Pour conquérir ces chers trésors!
Aujourd'hui, plus d'entraves!
Plus de seigneurs et plus d'esclaves:
Chacun chez soi
Est libre et roi;
Il a son industrie,
Son foyer, sa patrie;
Belfort est là, pour protéger
A l'heure du danger
Nos droits et nos fortunes,
Belfort qui porte dans son sein
Le fier tocsin,
La cloche des communes.

Les Spectres.

Roland! Roland! Il entre en jeu,
C'est un signal d'alarmes.
Appelle-t-il au feu?

Voix.

Non! Roland crie: aux armes!
Les ennemis
Menacent le pays.

La femme du tisserand.

Aux armes! ciel! aux armes!
Encore cet horrible cri
Qui glace notre cœur meurtri
Et fait couler nos larmes.
La vie avec ses charmes,
Amour, bonheur, tout est flétri,
Tout meurt, à cet horrible cri:
Aux armes!

Le tisserand.

Aux armes! femme, ceins
Mon épée autour de mes reins.
Je pars, la mort dans l'âme;
Il le faut! Chère femme,
Attache vite mon cimier;
Le devoir me réclame,
Je serai le premier.

Le tisserand.	**La femme du tisserand.**
Il faut partir, tu m'es ravie,	Toute espérance m'est ravie;
Espère en Dieu qui nous défend.	Tu vas partir, mon cœur se fend !
Adieu, compagne de ma vie;	Hélas! sans toi, dans cette vie,
Tu veilleras sur notre enfant.	Que deviendra mon pauvre enfant?

Les femmes.

Le sort barbare
De nous sépare
Tous ceux qui nous sont chers.
Cruel départ! regrets amers!

Les vieillards

Cessez vos plaintes, femmes.
Vos longs sanglots
De nos héros
Pourraient troubler les âmes.

Les vieillards.	**Les femmes.**
La liberté qui les enivre,	La liberté qui vous enivre,
Il faut savoir la conquérir;	Vos femmes savent la chérir;
Pour elle, c'est trop peu de vivre,	Mais perdre ceux qu'on aime, et vivre,
Il faut savoir aussi mourir.	Pour elles, c'est vingt fois mourir.

Récit en chœur.

Quelle effroyable mêlée
Vient s'offrir à nos regards!
La plaine est foulée
Sous les pieds des chevaux hagards.
Les lances, les épées
Que brandissent des mains crispées
Sillonnent l'air
Comme l'éclair.
La riante prairie,
La bruyère fleurie
Fument, rouges de sang.
En vain le bruit augmente;
Un cri de guerre menaçant
Toujours domine la tourmente.

Voix lointaines.

Flandre au lion! — Montjoie et Saint-Denis!

Récit en chœur.

O comble de maux infinis!
L'amour va-t-il à jamais disparaître
De cette terre à l'aspect désolant?

Les vieillards.

Non! la liberté va renaître.
Écoutez! la voix de Roland
Du haut des airs se fait entendre :
Mort à l'agresseur insolent
Et victoire, victoire en Flandre!

Femmes, enfants.

Semez à pleines mains
Des fleurs sur les chemins,
Semez des fleurs nouvelles.

Pour couronner leurs fronts,
A nos guerriers offrons
Des palmes immortelles.

La femme du tisserand.

O jour de gloire, jour d'honneur!
Le peuple à son bonheur
Se livre sans contrainte,
Le peuple triomphant.
Mon cœur pourtant frémit de crainte.
Celui que j'aime, pauvre enfant,
Ton père est-il encore vivant?

Guerriers (*revenant du combat*).

La lutte est terminée!
A nos drapeaux, au nom flamand
L'honneur de la journée
Acquis, hélas! bien chèrement.
Nombre de nos plus braves hommes
Jonchent la plaine; mais,
Grâce à leur noble ardeur, nous sommes
Libres à tout jamais!

La femme du tisserand.

Malheur dont j'avais le présage!
Celui que j'attends
N'est point parmi les combattants
Que la foule acclame au passage.
Mes pleurs ont été superflus;
Plus de bonheur, plus d'espérance.
Peuple, chante ta délivrance!
Pleure, enfant; ton père n'est plus.

Le Récitant.

Le sang des martyrs, céleste rosée,
Fertilisera la terre arrosée;
Plus riche demain sera la moisson.
Les fils qui verront des âges prospères
Un jour sauront-ils combien à leurs pères
De la liberté coûta la rançon?

Chœur final.

Vieille tour du beffroi
Dont les restes sont les annales
De nos franchises communales,
Apprends-le nous. Et toi,
Cloche vaillante, cloche altière,
Cœur d'airain dans un corps de pierre,
Roland, fais surgir à nos yeux
Les ombres saintes des aïeux.
Parle-nous, de ta voix qui vibre!
Rends-nous meilleurs, en nous montrant
Comment un peuple reste libre,
Comment un peuple devient grand!

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 13 octobre 1877.

M. J.-C. Houzeau, vice-directeur, occupe le fauteuil.

M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents: MM. J.-S. Stas, L. de Koninck, P.-J. Van Beneden, Ed. de Selys Longchamps, H. Nyst, Gluge, Melsens, F. Duprez, Ern. Quetelet, Ern. Candèze, F. Donny, Ch. Montigny, Steichen, Éd. Dupont, Éd. Morren, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Folie, Alb. Briart, F. Plateau, F. Crépin et Éd. Mailly, *membres;* Th. Schwann, E. Catalan, *associés;* J. De Tilly, F.-L. Cornet, Ch. Van Bambeke, G. Van der Mensbrugghe et M. Mourlon, *correspondants.*

Avant la lecture de la correspondance, M. le vice-directeur adresse les félicitations de la classe à M. Éd. Van Beneden, au sujet du prix quinquennal des sciences naturelles qui lui a été décerné pour ses travaux d'anatomie comparée, pour ses travaux d'histologie, et pour l'impulsion qu'il a donnée à cette branche des sciences. — Applaudissements.

CORRESPONDANCE.

La classe a perdu, le 9 septembre dernier, M. Parlatore, directeur du Musée de physique et d'histoire naturelle de Florence, né à Palerme le 8 août 1816, élu associé de la section des sciences naturelles le 15 décembre 1871.

M. Parlatore avait assisté, comme délégué du Musée de Florence, au jubilé séculaire de l'Académie.

M. Ulysse Le Verrier, directeur de l'Observatoire de Paris et associé de la section des sciences mathématiques et physiques, depuis le 15 décembre 1874, est mort le 23 septembre dernier.

— M. le Ministre de l'Intérieur adresse, en copie, un arrêté royal du 5 juillet dernier, qui ouvre un deuxième concours pour la collation du legs de 10,000 francs institué à perpétuité par le Dr Guinard.

Il demande en même temps que la classe des sciences, de concert avec la classe des lettres, lui soumette une liste double de cinq membres pour la nomination, par arrêté royal, du jury qui jugera ce concours.

La classe procède, par scrutin secret, à la formation de cette liste, qui sera communiquée au Ministre, avec celle de la classe des lettres.

— M. le Ministre envoie, de la part de M. le Ministre de l'instruction publique de France, un exemplaire du tome Ier, avec atlas, du *Catalogue des pièces du Musée Dupuytren,* publié sous les auspices de la faculté de médecine de Paris, par M. Houel.

Il adresse, en outre, comme suite à ses envois antérieurs, la 3me livraison de la première année de la *Revue des questions scientifiques*, publiée par la Société scientifique de Bruxelles, et les *Rapports des délégués belges à l'Exposition internationale de Philadelphie.* — Remercîments.

— M. E. Adan, major d'état-major, faisant fonction de directeur du Dépôt de la Guerre, communique le rapport sur l'activité scientifique de ce Dépôt, qu'il vient de présenter à l'Association géodésique internationale réunie à Stuttgart. — Pris pour notification et remercîments.

— La Société de médecine publique de Bruxelles fait connaître qu'elle vient de se constituer; elle envoie ses statuts et les circulaires relatives à son organisation.

— Les Sociétés suivantes ont fait parvenir leurs dernières publications : la *Naturforschende Gesellschaft* de Dantzig; la Société des sciences et l'Observatoire de Prague, le *Geological survey of India*, la *Senckenbergische naturforschende Gesellschaft*, la Société finlandaise des sciences à Helsingfors.

— L'Institution smithsonienne de Washington adresse une circulaire imprimée, signée M. Émile Bessels, et communiquant le résultat de recherches sur la moyenne de la pression atmosphérique. — Remercîments.

— La classe reçoit à titre d'hommage les ouvrages suivants, au sujet desquels elle vote des remercîments aux auteurs :

1° Par M. J. Berliner, de Washington, d'une circulaire sur ses découvertes concernant l'électricité;

2° Par M. J. Gosselet, associé de la classe, à Lille, de quelques travaux géologiques dont les titres figurent parmi les ouvrages présentés;

3° Par M. C. Lagrange, d'un exemplaire de son travail, *De l'influence de la forme des corps sur leur attraction*, publié dans le *Bulletin* du mois de juillet dernier, présenté par M. Liagre;

4° Par M. le commandeur G. Capellini, de Bologne, d'un exemplaire de son ouvrage publié dans le recueil de l'Académie des Lincées, de Rome, sous le titre de : *Balenottere fossili e pachyacanthus dell' Italia meridionale*, et d'une brochure extraite des Comptes rendus de l'Académie de Bologne sur la *Marne glauconifere dei dintorni di Bologna;* offerts par M. P.-J. Van Beneden;

5° Par M. Ch. Antoine, ingénieur de la marine à Brest, de quatre mémoires autographiés sur la physique, dont les titres figurent parmi les ouvrages présentés;

6° Par M. John Ericsson, de Washington, d'un exemplaire de ses *Contributions to the centennial exhibition of Philadelphia.* New-York, 1876; gros vol. in-4°.

— M. Édouard Sang, de la Société royale d'Édimbourg, adresse un feuillet spécimen de ses *Tables de sinus à 25 décimales*, ainsi que la brochure sur la construction de ces tables, publiée dans les Proceedings de la même Société. Il demande en même temps que la classe souscrive à ce travail. — La classe regrette de ne pouvoir accéder à cette demande n'ayant pas de fonds spécial pour achat de livres.

— Le comité organisateur du Congrès international géologique qui aura lieu à Paris en 1878, donne connaissance de sa composition et de son organisation.

La Société botanique et la Société d'horticulture de France adressent une circulaire relative à un congrès général qu'elles tiendront à Paris à la même époque.

— La classe accepte le dépôt, dans ses archives, de deux billets cachetés l'un, envoyé par M. F. Folie le 14 août dernier, et l'autre, présenté séance tenante par M. Folie, au nom de M. Le Paige.

— Les travaux manuscrits suivants sont renvoyés à l'examen de commissaires :

1° *Remarques sur la théorie des moindres carrés*, par M. E. Catalan. — Commissaires : MM. Folie, Liagre et De Tilly;

2° *Sur la détermination des volumes et des aires*, par M. Émile Ghysens. — Commissaires : MM. Catalan et De Tilly;

3° *Morphologie du système dentaire des singes*, par M. Ern. Lambert. — Commissaires : MM. P.-J. Van Beneden, Éd. Van Beneden et Gluge;

4° *De l'origine et de l'établissement des mouvements astronomiques*, par M. C. Lagrange, ancien élève de l'École militaire, à Ixelles. — Commissaires : MM. Van der Mensbrugghe, Folie et Houzeau;

5° *Innovations industrielles*, par M. C.-E. Baraquin. — Commissaires : MM. Duprez, Montigny et Melsens;

6° *Sur quelques propriétés de l'invariant quadratique simultané de deux formes binaires*, par M. C. Le Paige. — Commissaires : MM. Folie et Catalan;

7° *Préparation au collodion d'un vernis fluorescent à base de sulfate de quinine, applicable sur verre*, par M. Achille Brachet. — Commissaires : MM. Melsens et Montigny;

8° RECHERCHES SUR LES MINÉRAUX BELGES, 4^{me} notice. *Sur la Kaolinite (Pholirite) de Quenast et du terrain houiller*, par M. Lucien de Koninck. — Commissaires : MM. Malaise, Mourlon et Melsens;

9° Études sur l'ossification. I. *Évolution du cartilage embryonnaire chez les mammifères*, par M. H. Leboucq. — Commissaires : MM. Éd. Van Beneden, Schwann et Gluge;

10° *Contribution à l'histoire du sucre* (*Saccharose*), par M. Motteu. — Commissaires : MM. Stas, Donny et Melsens.

RAPPORTS.

Sur les conclusions d'un rapport de MM. Montigny et Duprez, la classe décide le dépôt dans ses archives d'une note de M. Achille Brachet, de Paris, sur *un compteur électrique*.

Contribution à l'histoire du sucre (SACCHAROSE); par M. J. Motteu, de Gembloux.

Rapport de M. J.-S. Stas.

« Sous le titre de « Contribution à l'histoire du sucre » M. Motteu présente à l'Académie l'exposé des essais qu'il a entrepris sur l'action de la lumière directe ou diffuse sur le sucre de canne dissous et sur l'action d'une température de 100° sur le même sucre solide ou dissous. A l'aide d'une série d'expériences bien conçues et qui me paraissent avoir été parfaitement exécutées, il est parvenu à constater que la lumière seule n'intervertit point le sucre de canne dissous et qu'une chaleur de 100° n'altère point le sucre sec qu'il y ait présence ou absence d'air pur.

Il a trouvé, au contraire, que le sucre solide imparfaitement séché et le sucre en solution s'altèrent lorsqu'ils sont exposés à une température de 100°. Dans ce cas il y a absorption d'oxygène et production d'acide carbonique.

Toutefois cette altération s'effectue moins rapidement que certains chimistes ne le croient.

L'inversion d'une solution de sucre de canne, observée déjà, est due, d'après M. Motteu, au développement de moisissures.

L'exactitude de ces observations ne me paraît pas douteuse; elles sont d'ailleurs conformes aux faits constatés journellement dans l'industrie sucrière.

J'ai l'honneur de proposer à la classe d'ordonner l'insertion de la note de M. Motteu dans le *Bulletin* de la séance, de lui voter des remercîments pour sa communication et de l'engager à continuer ses recherches »

La classe a adopté ces conclusions, auxquelles ont souscrit les deux autres commissaires, MM. Donny et Melsens.

Sur quelques propriétés de l'invariant quadratique simultané de deux formes binaires ; par M. C. Le Paige.

Rapport de M. F. Folie.

« Nous avons eu l'occasion, en parlant de la dernière Note de M. C. Le Paige, *Sur quelques points de géométrie* *supérieure*, de faire remarquer que les propriétés de l'invariant quadratique commun à deux formes binaires du n^{me} degré, dont il a déduit la notion nouvelle de $2n$ points conjugués harmoniques, nous semblaient appelées à jeter du jour sur la théorie de l'involution du n^{me} ordre.

Dans son travail actuel, M. C. Le Paige étudie l'équation

$$C \equiv C_0 + K_1 C_1 + \ldots + K_m C_m = 0$$

des courbes du n^{me} ordre qui passent par $\frac{n(n+3)}{2} - m$ points fixes, et il en déduit, au moyen de quelques élégantes transformations de déterminants, la propriété, qu'il avait déjà donnée, d'un système de $2n$ points conjugués harmoniques, ainsi que les suivantes :

Si $n + 1$ *groupes de* n *points sont tels qu'il soit possible de déterminer* n *points, conjugués harmoniques d'ordre* n, *de chacun de ces groupes, ces points sont en involution.*

Si $(n + 1)\, n$ *points sont en involution, les* n *points* n^{ples} *de cette involution forment avec chacun des groupes de* n *points,* $2n$ *points conjugués harmoniques.*

En considérant ensuite les polaires successives d'un point relativement à une courbe $U_n = 0$, comme représentées par les émanants successifs de la forme U_n égalés à zéro, M. Le Paige arrive à des théorèmes nouveaux, dont quelques-uns avaient été donnés, dans certains cas particuliers, par MM. Salmon et de Jonquières. Nous citerons les suivants :

Pour les courbes d'ordre pair, les $2n$ *points d'intersection d'une transversale avec la courbe, la première polaire d'un point, et ce point, sont conjugués harmoniques d'ordre* n.

L'invariant linéo-linéaire des deux formes de degré pair

$$U_1 \equiv \frac{1}{x}\,(a_1,\ b_1, \ldots .g_1, 0)\ (x,\ y)^{2n+1}$$

$$U_2 \equiv \quad (b_1,\ c_1, \ldots .. g_1, 0)\ (x, y)^{2n}$$

est nul.

Si l'on prend un point sur une courbe d'ordre impair 2n + 1, *toute corde passant par ce point rencontre la courbe en* 2n *autres points, et la première polaire en* 2n *points, qui sont conjugués harmoniques d'ordre* 2n.

Si, par un point d'une courbe d'ordre pair, on mène une tangente à la courbe, cette tangente coupe la courbe, en général, en 2n — 2 *autres points, et la première polaire du point en* 2n — 2 *points* (*le point considéré n'étant compté qu'une seule fois*), *qui sont conjugués harmoniques du* (2n — 2)me *ordre.*

Toute corde passant par un point double d'une courbe d'ordre pair 2n, *rencontre cette courbe en* 2n — 2 *autres points, et la polaire du point double en* 2n — 2 *points* (*le point étant compté une seule fois*), *qui sont conjugués harmoniques du* (2n — 2)me *ordre.*

Toutes ces propriétés ne sont que l'interprétation géométrique de celles des invariants qui sont énoncées par M. Le Paige. Il en déduit, en outre, par quelques transformations fort simples, diverses propriétés algébriques déjà connues, ainsi que la suivante, qui est probablement nouvelle :

L'invariant quadratique d'une forme de degré pair est, à un facteur constant près, égal au quotient de deux déterminants symétriques.

Enfin il établit que la relation

$$\Sigma \pm [(\lambda_1 - \theta_1)^n (\lambda_2 - \theta_2)^n \ldots (\lambda_n - \theta_n)^n] = 0,$$

dans laquelle les quantités λ et les quantités θ sont, respectivement, les racines d'une première et d'une 2^e forme binaire, exprime que $2n$ points sont conjugués harmoniques ; et cette forme pourra conduire à généraliser la théorie des points conjugués harmoniques du second ordre.

Nous avons dû laisser bien des points intéressants de côté, dans cette brève analyse.

Mais elle suffit, pensons-nous, pour montrer l'originalité et l'importance des découvertes de M. Le Paige.

Nous avons donc l'honneur de proposer à la classe d'ordonner l'impression de son travail au *Bulletin*, et de voter des remercîments à l'auteur. »

La classe a adopté ces conclusions, auxquelles a adhéré le second commissaire, M. Catalan.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Recherches sur la structure de l'appareil digestif et sur les phénomènes de la digestion chez les Aranéides dipneumones; par M. Félix Plateau, membre de l'Académie.

DEUXIÈME PARTIE.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DIGESTIF DES GENRES AGELENA, LYCOSA, ARGYRONETA, AMAUROBIUS, CLUBIONA et EPEIRA.

La deuxième partie de ce travail sur l'appareil digestif des Aranéides dipneumones renferme les résultats des études anatomiques auxquelles j'ai soumis un certain nombre de genres.

A moins d'écrire un ouvrage très-long, il eût été impossible d'exécuter ce que j'ai fait pour les Myriapodes (1), c'est-à-dire la description de l'appareil digestif chez tous les types principaux. Les types différents chez les Aranéides sont trop nombreux. J'ai donc choisi quelques espèces bien communes que l'on peut aisément se procurer en quantité suffisante.

---

(1) *Recherches sur les phénomènes de la digestion et sur la structure de l'appareil digestif chez les Myriapodes de Belgique* (Mém. de l'Acad. roy. de Belgique, t. XLII, 1876).

J'ose espérer que ces petites monographies, ajoutées à la description détaillée du canal alimentaire des Tégénaires constituant la première partie, formeront un tout utile aux naturalistes qui s'occuperont dorénavant d'un des groupes les plus intéressants d'articulés. C'est dans ce but que je termine cette seconde partie par un *résumé anatomique.*

§ VIII.

AGÉLÈNES.

Agelena labyrinthica. Clerck.

Le tube digestif des Agélènes présente des analogies incontestables, dans ses parties principales, avec celui des Tégénaires; mais, d'un autre côté, ainsi que je le montrerai plus loin, il se rapproche quelque peu de celui des Épéires, de sorte qu'il doit être regardé comme établissant plus ou moins la transition entre ces deux formes.

Intestin buccal. — L'étude de la glande pharyngienne m'a conduit aux mêmes résultats que ceux que j'ai décrits dans la première partie; c'est-à-dire que c'est une glande utriculaire s'ouvrant au fond du pharynx, vers l'origine de l'œsophage. Bien que de gros faisceaux musculaires voisins s'opposent à une énucléation sans déchirure, on voit parfaitement que les parties qu'on parvient à isoler sont enveloppées par une mince membrane à petits noyaux et que les cellules sécrétoires affectent le groupement d'une couche épithéliale générale et non la disposition en acini. Individuellement, les cellules sont elliptiques et chargées de granulations ou globules très-fins d'un jaune vif.

L'œsophage offre la structure ordinaire; l'organe de succion a, comme celui des Tégénaires, un bouclier chitineux allongé, pointu, en forme de feuille.

Intestin moyen, portion céphalothoracique. — Dorsalement, la portion annulaire et ses cœcums affectent à peu près exactement la conformation remarquable que j'ai indiquée dans le genre *Tegenaria,* à savoir *un seul cœcum antérieur*, présentant encore quelques traces de la fusion des deux éléments primitifs dont il provient (fig. 42, pl. II); les cœcums latéraux naissant 1 et 2 d'un tronc commun, puis séparément 3, puis 4.

Que deviennent les extrémités distales, après avoir plongé dans les coxopodites; comme chez les Tégénaires ne dépassent-elles point ces limites? C'est ici que se montre le rapprochement vers les Épeires et la différence nette qui sépare les Agélènes des Tégénaires. Si l'on enlève le plastron sternal avec les précautions voulues, on constate que les extrémités des huit cœcums latéraux se sont repliées vers le bas et reposent sur les côtés de la masse de tissu adipeux sternal; quelques-unes de ces extrémités sont un peu bifides, mais toutes sont toujours parfaitement closes, ainsi qu'on peut s'en assurer par des grossissements suffisants (fig. 43 et 44, pl. II). Il est a remarquer, cependant, que chez les Épeires (voyez § XIII) les cœcums s'étendent ordinairement jusqu'à la ligne médiane, tandis qu'ici ils ne parcourent que la moitié du chemin.

La coloration ordinaire des cœcums céphalothoraciques est le blanc pointillé de brun. J'ai représenté, pl. I, fig. 19, de la première partie, un cœcum d'Agélène renfermant des amas de corpuscules graisseux donnant lieu au pointillé en question.

Intestin moyen, portion abdominale. — Je n'y ai rien trouvé d'exceptionnel; l'examen histologique m'a permis d'y observer une musculature transversale très-ténue, un épithélium rentrant dans la forme générale et de confirmer l'absence de cuticule.

La glande abdominale varie du gris verdâtre au gris rosé; sa couche graisseuse superficielle est très-peu développée. Au point de vue de la forme extérieure, elle diffère quelque peu de la glande des Tégénaires, en ce sens que la gouttière logeant le vaisseau dorsal est à peu près close; cette gouttière n'est indiquée que par une simple fente, ce qui établit encore une analogie avec les Épeires chez lesquelles le tissu glandulaire recouvre le vaisseau complétement. La structure microscopique de la glande est exactement celle des autres Aranéides.

Intestin terminal. — Il a la structure de celui des Tégénaires; la poche stercorale est ovoïde, allongée, modérément grande et de couleur jaune; ce qui tient à la teinte générale de son épithélium. Son revêtement musculaire composé de cylindres striés est, comme toujours, très-accusé.

§ IX.

LYCOSES.

Lycosa saccata. Lin.

On conçoit toute la difficulté que présente la dissection d'une espèce de la taille de la Lycose à sac; cependant je suis parvenu à élucider la plupart des faits principaux de manière à pouvoir montrer qu'il existe une identité presque complète entre le tube digestif de cet animal et celui des Tégénaires.

L'intestin buccal n'offre aucune différence saillante. De même que chez les Tégénaires et les Agélènes, la portion céphalothoracique de l'intestin moyen comprend un seul grand cœcum antérieur impair, très-spacieux, s'étendant ici presque jusque sous l'emplacement des yeux postérieurs (fig. 45, pl. II); il peut être simple, renflé en massue ou offrir quelques boursouflures accessoires. En examinant par transparence les cœcums latéraux d'une jeune *Lycosa saccata*, M. Leydig a vu les cœcums 1 et 2 naître d'un tronc commun, puis séparément les cœcums 3 et 4 (1). Cette disposition qui est celle des Tégénaires, je la retrouve chez les Lycoses adultes.

Comme chez les Tégénaires, les cœcums latéraux ne dépassent pas la cavité des coxopodites des pattes, et, en enlevant le plastron sternal, on n'observe qu'une mince couche de tissu adipeux à cellules remarquablement petites, chargées de granulations roussâtres; mais aucun prolongement sternal de cœcum (fig. 46, pl. II). La texture histologique de l'intestin moyen céphalothoracique ne s'écarte pas de la disposition ordinaire. Sa coloration est généralement rosée par suite de la présence d'un grand nombre de gouttelettes huileuses d'un jaune rougeâtre.

L'analyse nécessairement incomplète que j'ai pu faire des régions abdominales de l'intestin ne m'a rien révélé de particulier. Comme toujours, la couleur de la glande abdominale est assez variable, le gris, le rose, le jaunâtre.

Les tubes de Malpighi n'ont d'autre caractère que leur petit diamètre, en relation, probablement, avec la taille de l'espèce.

---

(1) *Zum feineren Bau der Arthropoden*, pp. 447 et 448.

§ X.

ARGYRONÈTES.

Argyroneta aquatica. Clerck.

On sait, surtout depuis le beau mémoire de Menge (1), l'énorme développement que le système trachéen offre chez cette espèce intéressante. Les trachées parfois réunies en faisceaux entourent et masquent les autres organes, augmentant beaucoup les difficultés de la dissection et des observations. L'Argyronète est de toutes les Aranéides celle dont l'étude du tube digestif m'a coûte le plus de peines.

Intestin buccal. — La région pharyngienne ne m'a rien offert de spécial; la région œsophagienne, au contraire, doit être signalée, à cause de l'aspect de la cuticule qui n'est point finement striée, comme chez les autres araignées, mais forme de gros plis semblables à des côtes transversales (fig. 47, pl. II). L'organe de succion a la structure ordinaire, mais est un peu plus renflé que chez les Tégénaires.

Intestin moyen, portion céphalothoracique. — Cette portion se rapproche, par sa structure, de celle des jeunes Épéires peu de temps après leur éclosion (voy. § XIII), en ce sens que les deux cœcums antérieurs sont très-courts et convergent l'un vers l'autre (fig. 48, 49, 50, pl. II). Ainsi que l'avait déjà signalé Grube (1), mais sans en donner la figure, les extrémités en contact de ces cœcums sont soudées l'une à l'autre sans fusion; une cloison formée par l'accolement des deux tuniques propres les sépare en effet. Deux causes ont pu faire croire que ces cœcums étaient isolés l'un de l'autre chez l'Argyronète : la première réside dans ce fait qu'un volumineux faisceau de trachées passe en partie sur le point de jonction des cœcums en les bridant un peu et en ne laissant voir que leurs portions latérales. La seconde que si, en enlevant le bouclier céphalothoracique, on ne prend pas la précaution indispensable de le faire basculer d'arrière en avant, on détermine toujours des tiraillements qui séparent les cœcums l'un de l'autre, souvent avec déchirure.

---

(1) *Ueber die Lebensweise der Arachniden* (*Neuesten Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig.* 4. Bd, 1 Heft. 1843), pp. 22 et suiv., pl. I, fig. 6 et 7.

Les cœcums latéraux naissent comme ceux des Tégénaires 1 et 2 d'un tronc commun, puis séparément 3, puis 4 (fig. 48, pl. II). Après avoir plongé dans les coxopodites des pattes, ils se terminent par une extrémité pédiforme et ne se prolongent pas à la face inférieure du corps, comme il est facile de le voir par la dissection directe et par l'enlèvement du plastron sternal (fig. 51, pl. II).

Toute la portion annulaire de l'intestin moyen et les cœcums offrent une teinte rosée et les tuniques en sont d'une délicatesse telle qu'elles se rompent presque au moindre attouchement. La figure 50 montre que l'épithélium est, comme chez les autres dipneumones, constitué par des cellules en prismes à six pans. Les amas de globules graisseux sont très-peu colorés.

---

(1) *Einige Resultate aus Untersuchungen über die Anatomie der Araneiden*, op. cit., p. 299.

En enlevant le plastron sternal, on observe, comme chez les autres espèces, le tissu adipeux sous-jacent. D'un jaune clair, il se montre constitué par un épais réseau de trachées (fig. 52, pl. II) servant de support à un tissu qui mieux que chez toutes les autres Aranéides nous offre incontestablement l'aspect d'un tissu adipeux proprement dit (fig. 52, pl. II). Parmi de nombreuses cellules elliptiques, des cellules en boudins contournés que nous avons, du reste, retrouvées chez les Agélènes et d'autres, ont un aspect caractéristique qui rappelle quelque peu le tissu graisseux du tube digestif des Phalangides (1) et même de beaucoup d'insectes. Par-ci, par-là, des cellules en voie de division transversale. Les cellules sont les unes hyalines, contenant une fort petite quantité de globules incolores, les autres renferment un liquide brunâtre chargé de nombreux globules brillants d'aspect graisseux.

Intestin moyen, portion abdominale. — Elle est enveloppée par un lacis compliqué de trachées qui en cache les détails et dont on ne la débarrasse qu'avec beaucoup de peines. Bien qu'il me soit impossible de certifier la parfaite exactitude de mes observations, je crois que plusieurs dissections soignées m'autorisent à dire que le nombre de troncs principaux qui déversent dans cette portion du canal les produits sécrétés par la glande abdominale est de six et non de quatre, comme chez les Tégénaires (fig. 57, pl. II).

---

(1) Voyez ma *Note sur les phénomènes de la digestion et sur la structure de l'appareil digestif chez les Phalangides*, op. cit., fig 11 et 12.

La partie comprise entre les canaux glandulaires et la poche stercorale varie beaucoup en diamètre ; on y voit tantôt un, tantôt deux renflements, parfois très-accusés, suivant l'état de réplétion de l'organe. La minceur de la tunique musculaire, l'épithélium (fig. 55, pl. II) ne diffèrent pas de ce qu'on observe ailleurs.

La glande abdominale est rosée, légèrement brunâtre, parcourue à sa surface par des trachées qui encadrent élégamment chacun des cœcums superficiels (fig. 54, pl. II). Sa texture histologique ne s'écarte pas de celle que j'ai déjà décrite; j'ajouterai seulement qu'un grand nombre de cellules sécrétoires sont entièrement remplies de globules jaunes brunâtres ou même d'un brun acajou, contribuant à donner à la glande sa teinte rougeâtre générale.

Intestin terminal. — La poche stercorale est volumineuse. On sait que le mâle de l'Argyronète diffère de la femelle par un abdomen remarquablement long et étroit. Il en résulte que la poche stercorale n'a pas la même forme dans les deux sexes; elle est renflée en poire chez les femelles, et, au contraire, étroite, très-longue et pointue en avant chez les mâles (fig. 58, pl. II).

Les cellules cylindriques de l'épithélium de la poche sont chargées de fins globules jaunes brillants donnant à la poche stercorale vidée une couleur jaune-serin.

Les tubes de Malpighi m'ont paru différer un peu de ceux de la plupart des autres espèces, en ce sens que les cellules épithéliales sont cuboïdes et non à un grand nombre de faces (fig. 56, pl. II).

Les granulations du liquide sécrété sont d'un gris obscur à la lumière transmise.

§ XI.

AMAUROBIES.

Amaurobius atrox. De Geer.
Amaurobius ferox. Walck.

Treviranus est le seul auteur qui nous ait donné une figure, du reste assez exacte, concernant quelques parties du tube digestif d'une Amaurobie; elle représente la portion abdominale; intestin, poche stercorale, tubes de Malpighi, glande abdominale de l'*Amaurobius atrox* (1). Sa description très-écourtée ne nous apprend rien de spécial. Mes observations personnelles sur toute la région céphalotoracique du canal alimentaire sont donc absolument nouvelles; quoiqu'elles ne m'aient point conduit à la connaissance d'un type particulier, elles ont, je l'espère, le mérite de confirmer beaucoup de petits faits déjà indiqués dans le reste de ce Mémoire.

Intestin buccal. — J'ai décrit dans la première partie, § V, pl. I, fig. 6, 7, 8, 9, la glande pharyngienne de l'*A. atrox*, je ne crois donc plus devoir revenir sur ce sujet. La région œsophagienne et l'organe de succion ne s'écartent pas de la disposition ordinaire chez les adultes; mais si l'on examine des jeunes (sortis du cocon depuis trois jours), on observe, avec étonnement, que l'œsophage encore fort court est extraordinairement large, son diamètre surpassant celui des lames pharyngiennes, et que le bouclier chitineux de l'organe de succion, parfaitement ovale, est tellement énorme qu'il occupe un tiers de la largeur du céphalothorax (fig. 59, pl. II). Dix jours après la sortie du cocon, la taille des jeunes Amaurobies a peu changé, mais l'œsophage est devenu plus long et notablement plus étroit; le bouclier de l'organe de succion a conservé à peu près son diamètre relatif, mais commence à se rapprocher de la forme en feuille pointue propre aux Amaurobies adultes (fig. 60, pl. II, et fig. 12, pl. I). Il est très-probable que ces dimensions extraordinaires initiales de l'œsophage et de l'organe de succion sont un fait commun à toutes les Aranéides (1); mais la moindre transparence de la plupart des jeunes des autres genres ne m'a permis de le constater que chez les Amaurobies. Il est, du reste, très-curieux de voir les jeunes araignées, à une époque de leur vie où elles ne prennent encore aucune nourriture, offrir un œsophage très-large et ce dernier se rétrécir et devenir capillaire au moment où l'alimentation par succion va s'établir. Je reviendrai sur ce sujet dans la troisième partie. Je me permettrai cependant, dès à présent, une remarque à ce sujet : chez beaucoup d'articulés, la forme d'animal suceur à origine du tube digestif étroite et capillaire est précédée de la forme maxillée à origine des voies digestives relativement large; rappelons comme exemple la chenille et le papillon. Les araignées offriraient-elles quelque chose de semblable, et bien que les très-jeunes Aranéides n'absorbent point d'aliments, la succession d'un intestin buccal excessivement étroit à un intestin buccal large serait-elle autre chose qu'une simple analogie?

---

(1) *Ueber den innern Bau der Arachniden*, op. cit., p. 47, pl. V, fig. 47.

---

(1) En effet la figure esquissée du céphalothorax d'un jeune de *Lycosa saccata* publiée par M. Leydig dans *Zum feineren Bau der Arthropoden*, pl. XV, fig. 15, montre quelque chose d'analogue.

Intestin moyen, portion céphalothoracique. — La coloration des cœcums des adultes varie du blanc au blanc pointillé de brun et au rose brunâtre. Il existe deux cœcums antérieurs renflés et courts (fig. 61 et 63, pl. II), contigus, faiblement adhérents l'un à l'autre et pouvant être facilement séparés. Ils offrent fréquemment des boursouflures ou de petites poches additionnelles. Comme le montre l'examen direct des jeunes (fig. 59, pl. II) et la dissection des adultes, les cœcums latéraux naissent, comme chez les Tégénaires, 1 et 2 d'un tronc commun, puis séparément 3, puis 4 (fig. 61, pl. II).

Les Amaurobies appartiennent à la catégorie des Aranéides chez lesquelles les cœcums latéraux se terminent dans les coxopodites par des extrémités coudées en tête de marteau (fig. 62 et 63, pl. II) et ne se prolongent pas à la face ventrale du thorax. L'enlèvement du plastron sternal ne montre, en effet, aucun prolongement inférieur; on ne trouve de cette manière, sous une mince membrane doublant les téguments, que la couche ordinaire de tissu adipeux (fig. 64, pl. II et 21, pl. I) translucide, laissant voir la masse nerveuse centrale. Ce tissu adipeux des Amaurobies est formé des mêmes cellules volumineuses et à peu près incolores que j'ai constatées chez d'autres genres, mais j'y ai observé plus souvent qu'ailleurs la présence de nombreuses cellules en voie de division transversale évidente. La soude caustique étendue m'a permis encore une fois d'assister à la dissolution du contenu des cellules sous l'influence de ce réactif qui respecte quelque temps les enveloppes cellulaires.

Portion abdominale de l'intestin moyen. — Elle a été assez bien représentée par Treviranus quoique avec un diamètre trop faible. Cet auteur figure quatre canaux excréteurs de la glande abdominale s'ouvrant dans la région dilatée de cette partie du tube digestif. La structure histologique des parois offre la disposition ordinaire que j'ai décrite.

L'aspect extérieur de la glande abdominale n'a rien d'exceptionnel; on y constate le sillon médian logeant le vaisseau dorsal. Sa teinte varie du gris verdâtre au gris violacé granité de brun; chez certains individus d'*A. atrox* elle est d'un gris foncé presque noir.

Intestin terminal et tubes Malpighiens. — La figure déjà citée de Treviranus offre à remarquer deux petits détails; le faible volume de la poche stercorale et la brièveté relative des troncs communs terminaux des tubes de Malpighi. Il n'y a point là d'erreur de dessin, la poche stercorale des Amaurobies, quoique distendue, est d'une petite capacité, si on la compare, par exemple, à celle des Épéires; elle est allongée, rétrécie à son extrémité postérieure et les troncs communs des tubes Malpighiens sont tout au plus un peu plus longs que la poche elle-même.

Les tubes de Malpighi sont construits sur le plan ordinaire de ces organes chez les araignées; leurs cellules sont parfois très-grandes (fig. 65, pl. II) et se rapprochent par leur forme simple de celles des mêmes tubes glandulaires chez les Argyronètes.

§ XII.

CLUBIONES.

Clubliona holosericea. De Geer.

Presque tous les arachnéologues rapprochent les Clubiones des Amaurobies. Il est intéressant de voir jusqu'à quel point ce rapprochement basé sur des caractères exclusivement extérieurs est confirmé, au point de vue anatomique, au moins pour l'appareil digestif.

Les lames pharyngiennes, l'œsophage, l'organe de succion, en un mot l'intestin buccal, ne m'ont pas offert de différences dignes d'être signalées.

Quant à l'intestin moyen dont la disposition offre chez les Aranéides des caractères auxquels il faut attribuer une grande valeur, il présente ici un parallélisme remarquable dans les deux genres. Comme chez les Amaurobies, on observe, dans la portion céphalothoracique, en premier lieu deux cœcums antérieurs, courts, contigus, faiblement adhérents; en second lieu des cœcums latéraux naissant suivant la disposition la plus ordinaire (fig. 66, pl. II), terminés dans les coxopodites des pattes par des extrémités en tête de marteau et ne se prolongeant pas à la face sternale (fig. 67, pl. II). L'enlèvement du plastron sternal ne montre aussi que le tissu adipeux léger; les cellules de ce tissu sont un peu plus petites. L'épithélium des cœcums est remarquablement net, les cellules très-régulières laissent voir, sans réactif, un noyau et un nucléole distincts (fig. 18 de la planche I). La coloration des cœcums varie du blanc pur au blanc rosé ou verdâtre.

L'intestin moyen abdominal reçoit, comme celui des Amaurobies, quatre troncs sécrétoires de la glande abdominale, a le même aspect et un épithélium identique.

La glande abdominale nous offre aussi sensiblement la même configuration; sa coloration varie du verdâtre au blanc jaunâtre.

L'intestin terminal seul nous présente une différence tranchée; la poche stercorale, au lieu d'être petite et allongée, est relativement énorme et arrondie; remplie, elle a à peu près la moitié de la largeur de la glande abdominale qui l'enveloppe. Enfin les troncs communs terminaux des tubes de Malpighi sont notablement plus longs que ceux des Amaurobies; ils s'ouvrent sur la limite entre l'intestin moyen et l'intestin terminal, à la face ventrale de la poche, dans deux espèces de diverticula latéraux que je n'ai point revus chez d'autres genres (fig. 68, pl. II). Les cellules sécrétoires de ces tubes m'ont semblé plus nombreuses et plus petites que dans les cas ordinaires (pl. I, fig. 39).

En somme, les analogies entre le tube digestif des Clubiones et celui des Amaurobies sont très-grandes et les différences ne dépassent pas celles qui peuvent exister entre genres voisins.

§ XIII.

ÉPÉIRES.

Epeira diadema. Lin. (*diademata.* Clerck).
Epeira umbratica. Clerck.
Epeira apoclisa. Walck.

Le volume que peuvent acquérir certaines espèces d'Épéires et la facilité avec laquelle on se les procure en grand nombre, sont probablement les causes qui ont souvent amené les naturalistes à étudier l'anatomie de ce type d'Aranéides; ainsi l'appareil digestif ou certaines de ces parties ont fait l'objet des recherches de Treviranus, Brandt, Grube, Wasmann et H. Meckel. Cependant, faute de termes de comparaison et de procédés convenables, ce sont précisément les points par lesquels le tube digestif des Épéires diffère de celui des autres genres qui ont échappé, jusqu'à présent, aux observateurs.

Ainsi que l'indique le titre de ce paragraphe, je me suis adressé à trois de nos espèces les plus communes. J'ai pu constater que leur organisation interne est presque identique, de sorte que, sauf pour des détails que je signalerai, la description qui suit s'appliquera à toutes trois.

Intestin buccal. — La région pharyngienne que j'ai étudiée chez beaucoup d'individus m'a permis de confirmer les observations que j'avais faites chez d'autres genres touchant la glande pharyngienne; mais j'ai, de plus, constaté la présence chez l'*E. diadema* d'un autre organe probablement glandulaire, situé dans le voisinage de l'origine du canal alimentaire et qui mérite que nous nous y arrêtions un instant; il est peut-être du même ordre que celui que M. Leydig indique en ces termes : « chez le *Salticus œneus,* » il existe autour du pharynx une couche annulaire pig- » mentée en noir (1). »

Chez l'*Epeira diadema* s'observe donc un organe probablement glandulaire, d'un roux foncé, sous forme de cordon sinueux adhérant à droite et à gauche tout le long du bord de la lame pharyngienne postérieure; recouvrant les muscles qui entourent celle-ci et émettant, de chaque côté, un prolongement le long du bord de la lame pharyngienne antérieure (fig. 69, pl. II). C'est un véritable tube d'où partent un certain nombre de cœcums accessoires, et constitué (fig. 70, pl. II) par une tunique propre très-mince et un revêtement cellulaire interne formé, en apparence, à l'état frais, de cellules elliptiques très-délicates noyées dans une substance finement granuleuse dont tous les granules sont colorés en roux intense. L'action de l'acide osmique faible suivie de l'imprégnation au picrocarmin étendu (fig. 70$^{\text{bis}}$, pl. II) permet de reconnaître que les prétendues cellules elliptiques sont, au contraire, de volumineux noyaux cellulaires irrégulièrement ovales, munis d'un petit nucléole simple, se teignant légèrement en rose, et plongés dans un protoplasme chargé des fines granulations rousses déjà citées. A la suite de la légère contraction déterminée par le réactif, les cellules se délimitent assez bien; mais dans l'organe frais (fig. 70) les séparations sont impossibles à discerner; les cellules en question n'ont, évidemment, pas de membrane cellulaire. Ce système semble s'ouvrir dans la cavité pharyngienne le long du bord de la lame pharyngienne postérieure. Il est tout à fait indépendant de la glande pharyngienne proprement dite dont il n'est pas une modification. En effet, il coexiste avec elle et ses éléments histologiques sont beaucoup plus petits et tout autres d'aspect.

---

(1) *Zum feineren Bau der Arthropoden*, op. cit., p. 447.

Jusqu'à présent je n'ai constaté la présence de cet organe singulier que chez l'*E. diadema*, mais il y est constant, tandis que l'*E. apoclisa*, par exemple, ne me l'a point présenté.

La région œsophagienne n'offre rien de spécial. Dans l'organe de succion, le bouclier chitineux de la face dorsale est proportionnellement plus large et plus court que celui des Tégénaires.

Intestin moyen, portion céphalothoracique. — Disons d'abord un mot de la disposition chez les très-jeunes individus à téguments transparents et éclos depuis peu. La portion céphalothoracique de l'intestin moyen remplie d'une matière chargée de globules bruns ou gris suivant les espèces, s'observe avec la plus grande netteté; sa disposition que j'ai étudiée, non pas une fois, mais souvent, et avec soin, diffère notablement de ce qu'elle sera chez l'adulte (fig. 71 et 71bis, pl. II). Les cœcums antérieurs sont *très-courts*, convergent l'un vers l'autre, mais ne se touchent pas; les cœcums latéraux naissent comme suit : 1, 2, 3, d'un tronc commun, puis isolément 4. Leurs extrémités pénètrent dans les coxopodites des pattes et s'y replient sur elles-mêmes, mais *sans se prolonger encore à la face inférieure du corps.*

La pénétration des cœcums latéraux dans les coxopodites est incontestable chez les Aranéides; mais s'il en fallait de nouvelles preuves, l'examen des jeunes transparents serait là pour en fournir largement. Ainsi 1° on voit directement, par transparence, le cœcum se prolonger jusque près de l'extrémité du coxopodite;

2° Chez les jeunes vivants, on assiste au curieux spectacle des mouvements des extrémités des cœcums qui participent à tous les déplacements des pattes;

3° Une compression légère étend les extrémités des cœcums jusque dans les articles qui suivent immédiatement les coxopodites;

4° Une forte compression amenant la rupture, on voit le liquide coloré fuser très-loin dans l'intérieur des membres.

Si nous observons, au contraire, la portion céphalothoracique de l'intestin moyen chez les adultes, nous remarquerons toujours des modifications profondes portant sur le volume et les rapports des cœcums antérieurs et la longueur des cœcums latéraux. Les deux cœcums antérieurs sont devenus forts longs, ainsi que l'a représenté Brandt (1), mais ils ne sont ni complétement séparés, comme chez les jeunes, ni écartés l'un de l'autre et naissant d'une base commune, comme l'indique le dessin de l'anatomiste que je viens de citer; ils sont accolés et séparés par une cloison, ce que Grube a signalé dès 1842 (1).

---

(1) Brandt et Ratzeburg. *Medizinische Zoologie*, etc., op. cit., fig. 6. — Brandt. Ann. des Sciences nat. (*Zoologie*), 2e série, t. XIII, 1840, pl. 1, fig. 2.

Grube n'ayant donné ni description proprement dite, ni figure, je comblerai cette lacune : les cœcums antérieurs sont deux longs sacs renflés vers leur base, effilés vers leur extrémité antérieure; ils se prolongent parfois (*E. umbratica*) à peu près jusque sous la région oculaire du céphalothorax. Leurs extrémités sont séparées, mais ils adhèrent l'un à l'autre par accolement de leurs tuniques propres sur le reste de leur longueur (fig. 72, pl. II). Ce n'est jamais que d'une façon artificielle que l'on parvient à les obtenir détachés l'un de l'autre.

Quant aux cœcums latéraux, ils naissent de même que chez les jeunes, c'est-à-dire trois branches d'un tronc commun et la quatrième seule; disposition qui s'éloigne nettement de celle qui existe chez la Tégénaire et chez les genres *Agelena*, *Lycosa*, *Argyroneta*, *Amaurobius* et *Clubiona*. Leur terminaison est tout autre que chez les jeunes individus : après avoir plongé dans les coxopodites des pattes, ils se replient brusquement sur eux-mêmes pour se prolonger à la face inférieure du corps, plus loin que chez toutes les autres formes que j'ai disséquées.

En effet, en enlevant, avec précaution, le plastron sternal, on trouve les extrémités des huit cœcums latéraux repliées, convergeant l'une vers l'autre et reposant sur la couche habituelle de tissu adipeux. Chez l'*E. apoclisa* (fig. 73, pl. II) elles n'atteignent pas la ligne médiane, mais chez les *E. umbratica* et *E. diadema* (fig. 74, pl. II), elles atteignent toutes le centre du sternum et quelques cœcums peuvent recouvrir un peu les autres. L'examen microscopique de l'ensemble, dans des conditions convenables, c'est-à-dire après un traitement rapide par l'alcool très-faible et le montage dans la glycérine étendue de moitié d'eau, examen très-important à cause des faits indiqués chez les Mygalides (1), montre nettement (fig. 75, pl. II) que les cœcums reposent simplement sur la couche de tissu adipeux sternal, qu'ils se terminent par des extrémités closes arrondies et qu'ils n'offrent *aucun prolongement de n'importe quelle nature.*

---

(1) *Einige Resultate aus Untersuchungen über die Anatomie der Araneiden*, op. cit., p. 299.

La coloration varie d'une espèce à l'autre et même suivant les individus; voici les teintes que j'ai notées : *E. apoclisa*, jaunâtre, blanc-jaunâtre; *E. umbratica*, jaune d'ocre, verdâtre; *E. diadema*, blanc-jaunâtre.

La texture histologique des cœcums est la même que chez toutes les autres dipneumones; je signalerai seulement ici qu'il m'a semblé qu'on en observait bien plus facilement les cellules épithéliales chez les individus à jeun depuis quelques jours.

Quant au tissu adipeux sternal, je l'ai étudié chez les trois espèces qui ont fait l'objet de mes observations et je n'ai rien à ajouter à sa description générale. Je ferai remarquer que les globules graisseux qui en remplissent les éléments cellulaires n'ont aucune analogie avec la graisse finement divisée des cœcums de la superficie de la glande abdominale.

Intestin moyen, portion abdominale. — L'ensemble de l'intestin moyen abdominal et de l'intestin terminal a été figuré par Brandt chez l'*E. diadema* (1); cependant, on ne trouve, dans son dessin, du reste trop simplifié, aucune trace de deux détails remarquables concernant l'un le nombre des bouches sécrétoires de la glande abdominale, l'autre la courbure brusque et spéciale du tube digestif.

---

(1) Voyez 1re partie, p. 151, note 1.

L'intestin moyen abdominal offre, comme chez les autres Aranéides, une première partie étroite, puis une région médiane élargie, cette dernière m'ayant paru plus spacieuse qu'à l'ordinaire; mais, de plus, si mes dissections sont exactes, et j'en possède plusieurs dessins, le nombre des canaux excréteurs terminaux de la glande abdominale, échelonnés le long de la région élargie en question serait double de celui que j'ai indiqué chez les Tégénaires, c'est-à-dire de huit au lieu de quatre (fig. 76, pl. II).

En second lieu, l'anus des Épéires étant, comme les filières, fortement reporté du côté ventral, l'intestin moyen est brusquement coudé à angle droit au voisinage de la poche stercorale (fig. 77, pl. II).

Je n'ai rien à signaler de particulier quant à la texture histologique que j'ai cependant étudiée en détail. Les cellules épithéliales sont fort belles, à noyaux bien distincts et à granulations jaunâtres.

La glande abdominale peut offrir, dans ce genre, des teintes assez foncées; ainsi chez l'*E. apoclisa* elle est d'un gris verdâtre, chez l'*E. umbratica* d'un vert obscur intense; chez l'*E. diadema* la surface est grise, mais la masse interne est d'un brun violacé.

La configuration extérieure offre aussi une particularité propre aux Épéires, c'est que le vaisseau dorsal est complétement caché, entièrement recouvert par de la substance glandulaire, au lieu de reposer dans une gouttière ouverte du côté dorsal (fig. 78, pl. II) (1).

---

(1) Brandt et Ratzeburg. *Medizinische Zoologie*, op. cit., fig. 6. — Brandt. *Recherches sur l'anatomie des araignées*, op. cit., fig. 2.

La structure microscopique de la glande rentre dans le cadre général déjà décrit à propos des Tégénaires. J'insisterai seulement quelque peu sur l'aspect des éléments graisseux superficiels. C'est précisément chez l'*E. diadema* que Wasmann avait signalé leur présence (2). Chez toutes les Épéires et surtout chez cette espèce, la glande est granitée de blanc ou de blanchâtre à la surface, fait dû, comme je l'ai indiqué, à propos des Tégénaires, à la présence, vers le sommet des cœcums superficiels, d'une accumulation de graisse incolore finement divisée. Il arrive parfois que cette graisse remplit entièrement les cœcums de la surface; si alors, ainsi que je l'ai observé chez *E. apoclisa*, on fait macérer la glande abdominale dans l'eau pendant une heure ou deux, puis si on la soumet à une irrigation ménagée, les parties les plus molles de l'organe sont emportées, mais les cœcums à contenu graisseux résistent et on les obtient isolés au milieu d'un réseau de tubes Malpighiens. Ce sont eux qui déterminent, par exemple, la différence de coloration entre la surface de la glande et la masse interne chez l'*E. diadema*.

Intestin terminal. — Il résulte de la position de l'anus que l'intestin terminal est dirigé ici à peu près verticalement de haut en bas.

La poche stercorale indiquée en quelques mots par

---

(1) Comparez, fig. 34, pl. I.

(2) *Beiträge zur Anatomie der Spinnen*, op. cit., p. 148, pl. XIII, fig. 22.

Treviranus (1) et Brandt (2) semble n'avoir été vue par le dernier que vidée en grande partie, puisqu'il la signale comme oblongue. Lorsqu'elle est bien pleine, bien distendue, elle se rapproche de la forme sphérique (fig. 79, pl. II). Elle offre, comme à l'ordinaire, une couche musculaire très-développée.

J'ai déjà dit, dans la première partie de ce travail, que la structure microscopique des tubes de Malpighi de l'*E. diadema* avait été esquissée par H. Meckel (3).

Les tubes de Malpighi des Épeires répondent, en effet, assez exactement à la description de cet auteur; les cellules à sécrétion sont polyédriques, très-régulières, à noyaux bien distincts (fig. 80, pl. II); j'ajouterai qu'elles ne laissent dans l'axe du tube qu'une lumière très-étroite dans laquelle s'accumule le liquide sécrété chargé de granules obscurs dont nous reparlerons à propos de la fonction des glandes en question.

Les tubes de Malpighi des Épeires débutent par des extrémités closes arrondies (pl. I, fig. 41) dont le fond est déjà occupé par une ou deux cellules. Le premier réseau formé par ces tubes est superficiel, entre les lobules de la surface de la glande abdominale. Une macération de quelques heures, suivie d'irrigation, montre que ces tubes forment un lacis inextricable dans la masse du prétendu foie, comme Brandt l'avait indiqué le premier, et surtout, ainsi que je l'ai constaté, autour de l'intestin moyen abdominal. Ils finissent par s'embrancher sur les deux troncs terminaux plus larges, parallèles à l'intestin et dont la disposition est la même que chez les autres types.

---

(1) *Vermischte Schriften*, op. cit, p 9.

(2) *Recherches sur l'anatomie des Araignées* (ANN. DES SCIENCES NAT., *Zoologie*, 2e série, t. XIII, 1840), p. 183.

(3) *Mikrographie einiger Drüsen Apparate*, etc., op. cit., p. 42.

§ XIV.

RÉSUMÉ ANATOMIQUE.

Ce résumé comprend les faits exposés dans la première et la deuxième partie. Pour les petits détails qui n'ont pu naturellement y prendre place, le lecteur voudra bien recourir au texte in extenso et aux planches.

Comme ceux qui terminent mes autres publications sur l'appareil digestif et la digestion des articulés, il a pour but de réunir, dans un ensemble, les connaissances acquises sur le sujet traité au moment de la publication de ce Mémoire.

La structure des pièces buccales est assez connue pour ne pas y revenir; je ferai seulement remarquer que la lèvre supérieure des Aranéides dipneumones n'offre rien d'analogue à la fente ou à l'orifice signalé par Wasmann chez les Mygales.

Le tube digestif proprement dit se subdivise en trois parties : un intestin buccal, un intestin moyen, un intestin terminal.

Intestin buccal. — L'intestin buccal est tapissé par une cuticule chitinisée; on y constate trois régions : une région pharyngienne, une région œsophagienne, un organe de succion.

La *région pharyngienne* est accompagnée : 1° chez les Aranéides en général, d'une *glande pharyngienne impaire* (découverte par Wasmann chez les Mygales). Cette glande fort petite, en forme d'utricule ellipsoïdale et logée, en avant de la région pharyngienne, en partie dans la cavité circonscrite par la lèvre supérieure, comprend une couche musculaire, une tunique propre délicate et une couche épithéliale de cellules sécrétoires volumineuses, cylindriques. Le canal excréteur court aboutit non à une fente de la lèvre supérieure, mais, dans une direction opposée, au fond du pharynx, vers l'origine de l'œsophage; 2° chez certaines Épéires, d'un organe accessoire pigmenté, probablement glandulaire.

La *région œsophagienne* se compose d'un tube étroit, courbe, dont l'aspect est connu depuis longtemps. Il est constitué par une tunique externe mince sans revêtement musculaire et une cuticule chitinisée presque toujours finement striée transversalement, offrant, au contraire, parfois, des plis fortement accentués (Argyronète). Cette cuticule forme une gouttière ouverte inférieurement et dont les bords sont épais et solides.

L'*organe de succion* repose sur la cloison horizontale chitineuse du céphalothorax. C'est un renflement terminal de l'intestin buccal à parois membraneuses *sans tunique musculaire proprement dite* et revêtu intérieurement par un épithélium délicat. A l'état d'affaissement, les parois latérales offrent des plis longitudinaux peu accusés. L'extrémité postérieure et rétrécie de la poche se continue en un canal court et étroit d'où naît directement l'intestin moyen. Presque toute la surface dorsale de la poche est occupée par une production cuticulaire constituant une plaque ou bouclier solide dont la description a déjà été donnée par Lyonet, Dugès et d'autres. La dilatation et la compression de la poche n'ont pas lieu sous l'influence d'une tunique musculaire qui manque, mais par l'effet de muscles spéciaux dilatateurs et compresseurs. Les *deux* dilatateurs, s'insérant sur le bouclier de l'organe de succion et une saillie interne du tergum du céphalothorax, étaient connus quoique considérés comme un muscle unique. Les compresseurs se composent d'un grand nombre de cylindres musculaires striés naissant, au pourtour du bouclier, de la face dorso-latérale de l'organe de succion, descendant obliquement et s'insérant en rayonnant sur la cloison chitineuse céphalothoracique.

L'intestin buccal, surtout sa région œsophagienne et l'organe de succion, offrent, chez les jeunes éclos depuis peu, une largeur extraordinaire et ce n'est que graduellement que ces parties prennent les proportions observées chez les adultes (*Amaurobius*).

Intestin moyen. — Il est divisé naturellement en deux portions, l'une logée dans le céphalothorax, l'autre dans l'abdomen.

Portion céphalothoracique. — Nous avons vu qu'à la partie postérieure de l'organe de succion s'observe un tube relativement court d'où naît directement l'intestin moyen. Celui-ci, notablement plus large dès le début, émet, à droite et à gauche, dans un plan à peu près horizontal, deux branches symétriques dirigées en avant, s'écartant d'abord, puis formant un angle avec leur direction primitive, convergeant l'une vers l'autre, ordinairement sans s'anastomoser, de façon à constituer un cadre en losange, en grande partie rempli par l'organe de succion et ses muscles. De ce cadre naissent (comme disposition générale), dix tubes en cœcums dont les extrémités *sont toujours closes*, et qui, chez les dipneumones, ne communiquent, par ces extrémités, *avec aucun organe*, *quel qu'il soit.* Histologiquement ces cœcums se composent d'une tunique propre très-mince, transparente, sans revêtement musculaire et d'une couche interne simple de cellules épithéliales sécrétoires en prismes à six pans. Il n'y a point de cuticule. (Voyez, pour plus de détails, le texte de la première partie.)

Ces cœcums sont groupés en deux cœcums antérieurs et huit cœcums latéraux. Leur disposition relative que j'ai étudiée chez les adultes et, comme comparaison, chez les jeunes éclos depuis peu et encore transparents, peut, chez les individus adultes, varier comme suit :

Cœcums antérieurs. 1° Très-courts, petits, convergeant l'un vers l'autre, soudés mais ne communiquant pas (Argyronète et, avec quelques modifications, Clubiones);

2° Courts, larges, très-renflés, soudés, ne communiquant pas (Amaurobies);

3° Très-longs à capacité considérable, parallèles, contigus sur une partie de leur longueur, ne communiquant pas (Épéires);

4° Enfin fusionnés en un seul sac, long, quadrilatère, à grande capacité. Seul cas où le losange est réellement fermé (Tégénaires, Agélènes, Lycoses vraies).

Les *cœcums latéraux* que je numérote 1, 2, 3, 4, en comptant d'avant en arrière, ne naissent point comme les rayons d'une étoile, mais comme suit : 1^er^ cas, le plus ordinaire, 1 et 2 d'un tronc commun, puis, séparément, 3, puis 4 (Tégénaires, Agélènes, Lycoses, Argyronètes, Amaurobies, Clubiones).

2^me^ cas, 1, 2 et 3, d'un tronc commun, puis, séparément, 4 (Épéires).

D'autres dispositions existent peut-être, mais je n'ai pas eu occasion de les observer.

Le mode de terminaison des cœcums varie aussi suivant les genres. Toujours ils plongent dans la cavité des coxopodites des pattes. Là, chacun d'eux, un peu renflé, se replie brusquement en formant un angle prononcé de manière à tourner son extrémité vers la ligne médiane sternale. Trois cas peuvent se présenter : 1° l'extrémité reployée est très-courte et ne dépasse pas les limites du coxopodite (disposition la plus fréquente; Tégénaires, Clubiones, Amaurobies, Argyronètes, Lycoses); 2e l'extrémité reployée est plus longue, elle occupe une certaine étendue de la face sternale des viscères (Agélènes); 3° les prolongements ventraux des cœcums sont très-longs; ils peuvent se rencontrer sur la ligne médiane (Épéires).

Ajoutons que, dans les deux derniers cas, ils sont appliqués sur un tissu cellulaire sternal occupant la face inférieure du céphalothorax sous la masse nerveuse étoilée; tissu existant là chez toutes les espèces que j'ai examinées. Ce tissu n'est pas glandulaire, mais a tous les caractères d'un tissu conjonctif graisseux; en d'autres termes, d'un tissu adipeux.

Portion abdominale. — La dissection directe et des coupes longitudinales ou transversales effectuées sur des individus durcis, montrent que l'intestin moyen abdominal des dipneumones, après son passage par le pédicule de l'abdomen, ne décrit, suivant le plan médian, qu'une courbe très-simple à convexité supérieure. Vers le sommet de la courbure, l'intestin s'élargit et reçoit là, par de larges orifices, les canaux excréteurs de la glande abdominale; ces orifices sont ordinairement au nombre de quatre (parfois six, Argyronète, ou huit, certaines Épéires).

Les parois comprennent une tunique musculaire excessivement peu développée, si on la compare à ce qui existe chez les autres articulés, une tunique propre mince et un épithélium de cellules cylindriques plus volumineuses et plus aisément visibles que dans la portion céphalothoracique. Il n'y a point de cuticule.

L'annexe la plus importante de l'intestin moyen et du tube digestif en général, est la glande abdominale ou prétendu foie des Aranéides. Celle-ci est composée, on le sait, de nombreux cœcums glandulaires presque cylindriques, résultant de la subdivision de saccules plus considérables. Ces cœcums n'ont ni tunique musculaire, ni cuticule interne; leur tunique propre est tapissée, au dedans, par une seule couche de longues cellules cylindriques ou en massues, dirigées vers l'axe ; nettement distantes les unes des autres et en petit nombre dans chaque cœcum. Entre leurs points d'insertion, n'existe qu'une matière finement granuleuse sans éléments histologiques formés. Le noyau des cellules est circulaire, mat, petit, situé vers la base et renferme un petit nucléole. Leur protoplasme incolore est chargé d'une fine poussière de granules transparents, de nombreux globules graisseux à coloration variable dont les plus anciens ont une pellicule enveloppante, enfin, souvent, de concrétions irrégulières d'un brun foncé.

Ajoutons, pour terminer, que, dans les cœcums de la superficie de la glande, s'accumule une substance graisseuse finement divisée, blanche à la lumière réfléchie, pouvant remplir entièrement ces cœcums superficiels (Épeires) et déterminant, à la surface de la glande, le pointillé blanc ou les taches blanches que présentent beaucoup d'espèces.

Intestin terminal. — Il est fort court et serait réduit à peu de chose sans la présence d'un réservoir volumineux, la poche stercorale. La position de l'anus détermine sa courbure. Ainsi, chez les Épeires dont l'anus est reporté à la face ventrale de l'abdomen, l'intestin terminal se dirige à peu près verticalement de haut en bas.

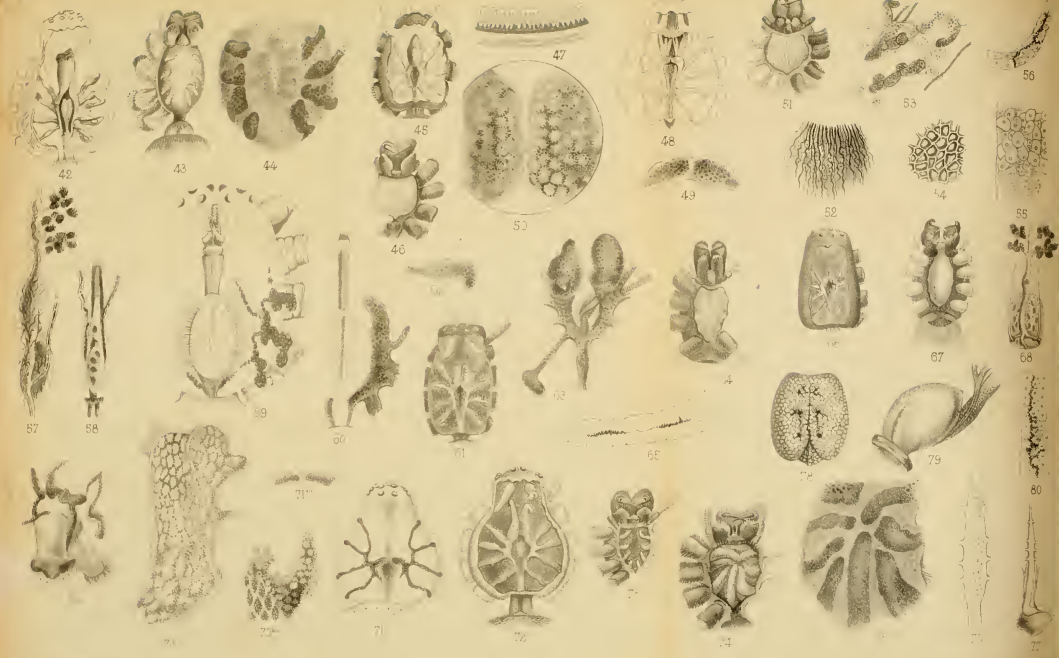
La poche stercorale est toujours située dorsalement par rapport à l'intestin; un petit tronc court, vertical, la met en communication avec le tube digestif sous-jacent. Sa forme est assez variable, parfois d'un sexe à l'autre, et elle prend un grand allongement chez les Aranéides dont l'abdomen est long et étroit.

La région terminale de l'intestin et la poche offrent seules, dans tout le tube digestif, une tunique musculaire réellement forte; elle est, sur la poche, constituée par un réseau à larges mailles. L'épithélium de l'intestin terminal composé de petites cellules allongées presque plates, devient, dans la poche stercorale, un épithélium cylindrique de cellules volumineuses chargées de granulations fines parfois colorées en jaune intense (Tégénaires, Agélènes, Argyronètes).

Les tubes de Malpighi dont l'insertion marque, chez les articulés, l'origine de l'intestin terminal, s'abouchent ici au point où la poche stercorale se met en rapport avec l'intestin. On sait qu'ils se ramifient à l'infini entre les cœcums de la glande abdominale. Leurs extrémités périphériques sont closes et légèrement renflées. Les troncs terminaux sont toujours au nombre de deux, notablement plus larges que les ramifications, marchent parallèlement à l'intestin moyen et aboutissent quelquefois à l'intestin terminal dans des diverticula latéraux de la poche stercorale (Clubiones).

Les ramifications présentent de nombreuses inégalités de diamètre.

Au point de vue microscopique, les tubes Malpighiens se composent d'une tunique propre transparente et de cel-


42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
63
64
65
66
67
68
70
71
71''
72
72'
73
74
75
76
77
78
79
80

[illegible] [illegible] Bruxelles

lules à sécrétion polyédriques à noyaux aplatis. Les cellules offrent une régularité géométrique souvent remarquable, en comparaison de ce qui s'observe chez la plupart des autres articulés.

Nota. Ajouter aux *Indications bibliographiques* (1^re^ partie, § II) :

1877. V. Graber. *Die Insekten*, 1 Theil (München), page 45, fig. 25. Coupe longitudinale d'Aranéide (figure schématique).

Le petit ouvrage de M Graber, très-intéressant et fort neuf dans la forme, vient de paraître; je ne pouvais donc connaître la figure en question à l'époque de la rédaction de la première partie.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Agelena labyrinthica.

Fig. 42. Portion céphalothoracique de l'intestin moyen vu par la face dorsale. × 9.

— 43. Prolongements inférieurs des cœcums latéraux, le plastron sternal est enlevé. × 9.

— 44. Prolongements inferieurs des cœcums latéraux appliqués sur le tissu adipeux sternal. × 30.

Lycosa saccata.

Fig 45. Portion céphalothoracique de l'intestin moyen vu par la face dorsale. × 8.

— 46. Le plastron sternal est enlevé, le tissu adipeux sternal à nu ; on constate l'absence de prolongements inférieurs des cœcums latéraux. × 8.

Argyroneta aquatica.

Fig. 47. Fragment de l'œsophage, montrant les plis de la cuticule. × 200.
— 48. Portion céphalothoracique de l'intestin moyen vu par la face dorsale. × 7.
— 49. Les deux cœcums antérieurs en contact et soudés par l'accolement des tuniques. × 30.
— 50. Point de contact des mêmes cœcums. × 250.
— 51. Le plastron sternal est enlevé, le tissu adipeux à nu. On constate l'absence de prolongements inférieurs des cœcums latéraux. × 6.
— 52. Tissu adipeux sternal parcouru par un grand nombre de trachées. × 30.
— 53. Cellules du tissu adipeux sternal. × 300.
— 54. Réseau trachéen à la surface de la glande abdominale. × 30.
— 55. Épithélium de l'intestin moyen abdominal. × 200.
— 56. Fragment de tube de Malpighi. × 200.
— 57. Intestin moyen abdominal, intestin terminal et poche stercorale de la femelle. × 10.
— 58. Poche stercorale du mâle. Elle est distendue et renferme des excréments solides dont il sera question dans la troisième partie. × 6.

Amaurobius ferox.

Fig. 59. Intestin moyen céphalothoracique d'un jeune sorti du cocon depuis trois jours. × 300.
— 60. Partie médiane de l'intestin moyen céphalothoracique d'un jeune sorti du cocon depuis dix jours. × 300.
— 61. Portion céphalothoracique de l'intestin moyen vu par la face dorsale (adulte). × 5.
— 62. Extrémité d'un cœcum latéral isolé. × 30.
— 63. Portion céphalothoracique isolée de l'intestin moyen ; les deux cœcums antérieurs ont été détachés l'un de l'autre et écartés par la dissection. Rapports avec l'organe de succion. × 20.
— 64. Le plastron sternal est enlevé ; on constate l'absence de prolongements inférieurs des cœcums latéraux. × 5.
— 65. Fragment de tube de Malpighi. × 300.

Clubiona holosericea.

Fig. 66. Intestin moyen céphalothoracique vu par la face dorsale. × 6.
— 67. Le plastron sternal est enlevé ; on constate l'absence de prolongements inférieurs des cœcums latéraux. × 6.
— 68. Intestin moyen, intestin terminal, tubes de Malpighi et poche stercorale. × 6.

Épéires.

Fig. 69. Lames pharyngiennes et organe probablement glandulaire pigmenté (*Epeira diadema*). × 30.
— 70. Fragment à l'état frais de l'organe probablement de nature glandulaire et pigmenté annexé à la région pharyngienne (*Epeira diadema*). × 400.
— 70bis. Fragment du même organe soumis à l'acide osmique faible. × 300.
— 71. Intestin moyen céphalothoracique de jeune Épéire éclose depuis peu. × 40.
— 71bis. Cœcums antérieurs du même individu. × 200.
— 72. Intestin moyen céphalothoracique d'Épéire adulte, vu par la face dorsale (*Epeira diadema*). × 6.
— 73. Le plastron sternal est enlevé ; on observe les prolongements inférieurs des cœcums latéraux n'atteignant pas la ligne médiane (*Epeira apoclisa*). × 5.
— 74. Préparation du même genre. Les cœcums atteignent la ligne médiane et leurs extrémités se recouvrent même un peu (*Epeira diadema*). × 6.
— 75. Prolongements inférieurs des cœcums latéraux appliqués sur le tissu adipeux sternal. La pression a légèrement écarté les extrémités des cœcums (*Epeira diadema*). × 30.
— 76. Portion élargie de l'intestin moyen abdominal, montrant les huit orifices des canaux excréteurs principaux de la glande abdominale (*Epeira umbratica*). × 20.
— 77. Intestin moyen abdominal, intestin terminal, poche stercorale (*Epeira umbratica*). × 10.
— 78. Aspect extérieur de la glande abdominale. Le vaisseau dorsal est entièrement caché par la glande. (Comparez pl. I, fig. 31.) (*Epeira umbratica*). × 4.
— 79. Poche stercorale (*Epeira umbratica*). × 20.
— 80. Fragment d'un tube de Malpighi (*Epeira umbratica*). × 300.

Sur les mouvements, en apparence spontanés, des bulles d'air dans les niveaux, et des bulles vaporeuses dans les enclaves liquides des minéraux ; par M. G. Van der Mensbrugghe, correspondant de l'Académie.

Dans un Mémoire dont je me propose de soumettre prochainement la 1re partie au jugement de l'Académie, je cherche à confirmer ma théorie des variations d'énergie potentielle des surfaces liquides, en présentant une série de preuves tirées de l'étude des lames liquides minces soit à deux faces libres, soit étalées sur un autre liquide ; quant aux preuves expérimentales que fournissent les variations d'énergie potentielle de la surface libre d'une masse liquide pleine, j'en ferai l'objet de la 2^{me} partie de mon Mémoire. Or à cette 2^{me} partie se rattachent intimement les oscillations du niveau à bulle d'air, ainsi que les mouvements si bizarres que manifestent les bulles gazeuses enfermées dans les vacuoles liquides de certains minéraux, et qui, dans ces derniers temps, ont si puissamment attiré l'attention des géologues. Comme je ne pourrai terminer sous peu cette deuxième partie de mon travail, je crois utile de faire connaître brièvement, dès aujourd'hui, les idées qui m'ont servi de base pour tenter l'explication de ces phénomènes en apparence si mystérieux.

Pour plus de clarté, je rappellerai ici les propositions sur lesquelles je me suis appuyé.

1° L'ensemble des tensions égales distribuées sur une surface liquide concave donne lieu à une traction dirigée de l'intérieur de la masse vers l'extérieur, et proportionnelle à la valeur commune de ces tensions (1).

2° Pour peu que la température d'une portion superficielle d'un liquide s'élève, la tension y diminue, et réciproquement, celle-ci augmente même pour un refroidissement très-faible.

3° Si la surface libre d'une masse liquide quelconque augmente, la température s'abaisse et la tension s'accroît; réciproquement, pour toute diminution de la surface, le liquide s'échauffe et la tension diminue. Ces effets sont d'autant plus sensibles que la masse liquide dont la surface libre s'accroît ou décroît, est plus petite.

J'ai déduit la 3^{me} proposition à la fois de la théorie et de l'expérience; quant aux développements théoriques, je ne puis que renvoyer à mes deux communications faites récemment à l'Académie (2); dans le Mémoire annoncé plus haut, je compte fournir de nombreuses expériences à l'appui de cette même déduction.

Les trois propositions ci-dessus s'appliquent immédiatement à la théorie des oscillations produites par des différences de température dans un niveau à bulle d'air; les mouvements dont il s'agit ont été signalés pour la première fois par Belli (3) en Italie, et par M. Liagre (4) en Belgique; ils se manifestent chaque fois que l'une des deux surfaces concaves limitant la bulle d'air est à une température différente de celle de l'autre surface limite; on voit alors la bulle tout entière marcher du côté où la température est la plus élevée.

---

(1) Voir, pour plus de détails, mon Mémoire *Sur le problème des liquides superposés dans un tube capillaire* (Mém. cour. et Mém. des savants étrangers de l'Acad. roy. de Belgique. t. XLI).

(2) *Application de la thermodynamique à l'étude des variations d'énergie potentielle des surfaces liquides* (Bulletin de l'Acad, 1876, t. XLI, p. 769 et t. XLII, p. 21).

(3) *Osservazioni intorno ad un particolare movimento prodotto dal calore nei livelli a bolla d'aria* (Journ. de Brugnatelli, 1827, t. II, p. 402). Voir aussi les *Mem. di matem. e fisica de Modène*, 1829, t. XX, p. 232.

(4) *Sur les oscillations du niveau à bulle d'air* (Bullet. de l'Acad. Roy. de Belg., 1844, t. XI, 2^{me} partie, p. 274).

Cet effet est dû, d'après le physicien italien, à la diminution produite dans l'action capillaire de l'un des ménisques concaves par l'augmentation de la température. Cette explication, exacte au fond, peut être précisée et complétée à l'aide des propositions énoncées ci-dessus; en vertu de la première, si les surfaces des deux ménisques, qui ont, par hypothèse, la même forme et la même courbure, sont douées en outre de la même tension, ce qui arrive quand la température est la même de part et d'autre, les deux tractions correspondantes seront égales entre elles, et comme elles agissent en sens contraires, elles se feront équilibre; mais si la tension qui règne sur l'un des ménisques vient à diminuer, ce qui, d'après la deuxième proposition, a lieu même pour une très-légère élévation de la température dans le liquide qui le constitue, aussitôt la traction correspondante deviendra moindre et ne pourra plus contrebalancer celle qui provient des tensions de l'autre ménisque; cette dernière traction fera conséquemment mouvoir toute la bulle du côté le plus chaud. Mais, par ce mouvement même, il se développe des surfaces liquides fraîches dans la couche mouillante qui est abandonnée sur le verre par le ménisque échauffé, tandis qu'il disparaît une portion de la couche mouillante par le mouvement de l'autre ménisque; or, en vertu de la troisième proposition, il se produit ainsi, comme on peut le faire voir aisément, une diminution dans la tension de ce dernier, et une augmentation dans celle du premier, et, si l'action échauffante cesse, ce double effet suffit bientôt, non-seulement pour arrêter le mouvement, mais encore pour faire marcher la bulle en sens contraire, même lorsqu'on opère avec un tube parfaitement cylindrique.

J'insiste particulièrement sur deux conséquences théoriques liées étroitement à la troisième proposition énoncée plus haut; la première, c'est que, par un déplacement quelconque de la bulle gazeuse, il naît immédiatement des forces qui tendent à développer un mouvement en sens contraire; la seconde consiste en ce que les variations de tension donnent lieu à des effets d'autant plus marqués que la masse liquide où nage la bulle est plus petite. La première de ces conséquences résulte immédiatement des circonstances qui accompagnent le déplacement de la bulle. Quant à l'autre, je dirai que, pour une bulle sphérique, la force nécessaire pour produire le mouvement est proportionnelle au contour de la surface chauffée, tandis que la résistance qu'il s'agit de vaincre croît à peu près comme le volume de la bulle, c'est-à-dire comme le cube de son rayon. Il résulte de là que le rapport de la force en question à la résistance qu'elle doit surmonter, augmente très-rapidement à mesure que les dimensions de la bulle diminuent.

Je passe actuellement à la question si intéressante des mouvements des bulles gazeuses dans les enclaves liquides de certains minéraux. Nulle part, je crois, on ne pourrait trouver une application plus directe de ma théorie. En effet, d'après des détails exposés récemment par M. Renard (1), ces enclaves ne mesurent en général pas plus de

---

(1) *L'analyse microscopique des roches et les enclaves des minéraux* (Extrait de la Revue des questions scientifiques, 1877, Louvain).

$0^{mm},06$ de diamètre, et l'on en a observé dont les limites ne comprennent qu'un espace de $0^{mm},000003$, et dans lesquelles nageait encore une bulle. Quelquefois la libelle est fixe, mais alors on parvient souvent à la faire osciller en élevant la température de la plaque mince du minéral; toutefois, si l'enclave est très-petite, on ne tarde pas, aussitôt après la mise au foyer d'un microscope à très-fort grossissement, à voir la bulle se mouvoir; tantôt elle n'a qu'une trépidation sur place, tantôt elle s'avance lentement, tantôt, imitant à s'y méprendre le mode de progression des organismes inférieurs, elle s'agite, se déplace d'un bout à l'autre de sa prison, s'arrête un instant pour trembler sur elle-même, reprend sa course et va butter contre les parois de l'enclave.

Pour expliquer ces phénomènes si remarquables, observés d'abord par M. Sorby, M. Delsaulx (1) invoque les mouvements de translation, qui, suivant une doctrine comptant aujourd'hui de nombreux partisans, constituent l'état calorifique des gaz et des vapeurs. Sans contredit, la théorie de M. Delsaulx est ingénieuse, mais, à mon avis, elle est trop abstraite et ne satisfait pas complétement l'esprit. Selon moi, on peut attribuer les particularités si curieuses signalées par M. Renard, à de simples différences de température aux divers points de la surface liquide qui limite les bulles. Tout d'abord on comprend, d'après ce que j'ai dit plus haut, que l'élévation directe de la température de la plaque peut et doit même produire des mouvements dans la bulle gazeuse, car il me paraît bien difficile d'admettre qu'à chaque instant la température de tous les points de la surface limite s'élève exactement de la même quantité ; or, du moment où la bulle se déplace, le liquide qui constitue la couche superficielle concave se renouvelle en certains points plus vite qu'en d'autres, d'où résultent successivement de nouveaux changements dans la tension de ces divers points, et, conséquemment, des déplacements dans de nouvelles directions. Mais, dira-t-on, comment concevoir une sorte de vitalité dans les libelles alors qu'on n'augmente pas à dessein la température ? Je répondrai que, en raison même du défaut d'homogénéité des roches à enclaves liquides, la température ne peut jamais, du moins dans les circonstances ordinaires, y être mathématiquement la même partout ; or, eu égard aux dimensions microscopiques de l'enclave, il suffit, d'après ma 3^{me} proposition, d'une différence extrêmement minime de la température pour produire des déplacements sensibles, lesquels doivent ensuite, comme dans le cas précédent, en provoquer nécessairement d'autres dans des sens différents, et ainsi de suite.

---

(1) *Thermo-dynamic origin of the Brownian motions.* (Lu à la *Royal microscopical Society* de Londres, 6 juin 1877.)

Ce qui augmente singulièrement, à mes yeux, la valeur de l'explication que je propose, c'est la considération suivante : en général, la bulle mobile d'une enclave contient, non pas de l'air, mais seulement de la vapeur du liquide qui l'enveloppe (eau plus ou moins saturée de chlorure de sodium, acide carbonique liquide, etc.), et la preuve, c'est qu'en chauffant le liquide, on peut faire disparaître entièrement la libelle ; puisque nous n'avons affaire qu'à des bulles de vapeur, la plus petite élévation ou diminution de température donnera lieu à une évaporation ou à une condensation, et dans les deux cas, la surface limite éprouvera des variations inégales aux divers points, lesquelles doivent de toute nécessité donner lieu à des mouvements; ces derniers en produiront d'autres et ainsi de suite.

Si mon explication est exacte, elle s'applique encore à tous les mouvements browniens des corpuscules solides en suspension dans les liquides, pourvu, bien entendu, que des bulles gazeuses soient adhérentes à ces corpuscules ; il faudrait donc que les solides qui absorbent le plus avidement les gaz fussent ceux dont les poussières manifestent le mieux le mouvement brownien ; or, comme l'avance M. Delsaulx, M. Robin possède des préparations aqueuses de poussière de charbon, faites il y a plus de vingt ans, et où le mouvement en question n'a cessé de se montrer.

J'arrête ici ma communication préliminaire, en attendant que, par de nouvelles expériences, je puisse confirmer l'exactitude de mes vues sur l'un des phénomènes les plus étonnants que la nature ait offerts à l'observateur pour mettre à l'épreuve sa patience et sa sagacité.

Post-scriptum. — Quelques jours après avoir lu cette Note à la classe des sciences de l'Académie, j'ai eu connaissance de deux articles de M. Hartley (1) relatifs à la dernière question que je viens de traiter; dans le premier, l'auteur décrit les phénomènes d'attraction ou de répulsion des libelles sous l'influence d'une source de chaleur voisine, puis fait connaître l'opinion de M. Stokes sur la cause probable de ces phénomènes; ce physicien les attribue, comme moi, à des changements de tension provoqués par des variations de température; mais il ne cherche pas à rendre compte des changements consécutifs de direction dans les mouvements des libelles ; à ce titre, je regarde la théorie du savant physicien anglais comme incomplète, tout en reconnaissant l'exactitude du principe qui en est le point de départ.

---

(1) *On attraction and repulsion of bubbles by heat* (Proc. Roy. Soc., XXVI, pp. 137-149).

On the constant vibration of minute bubbles (Ibid., ibid., pp. 150-152).

Dans le second article, M. Hartley exprime la même idée que moi, quand il dit qu'un espace n'a jamais une température absolument égale partout ; je suis heureux de me rencontrer avec lui sous ce rapport, attendu que l'idée en question donne à ma théorie le caractère indispensable de l'exactitude et de la rigueur.

Observations des étoiles filantes d'août 1877, faites à l'Observatoire royal de Bruxelles, et à Menin, communiquées par M. J.-C. Houzeau, membre de l'Académie.

Ces observations ont été fortement contrariées par l'état du ciel. Le 9 août elle n'ont pu être faites que par des éclaircies. Pendant plus de la moitié de leur durée, une moitié au moins du ciel était couverte. On a cependant compté :

de 10^h à 11^h	3	étoiles filantes,	
de 11^h à 12^h	6	id.,	dont 1 de première grandeur,
de 12^h à 13^h	5		
de 13^h à 14^h	7	id.,	dont 1 de première grandeur.
Total en 4 heures. . .	21		

Deux observateurs ont été présents en même temps, pendant cet intervalle.

Le 10 août le ciel a été entièrement couvert.

Le 11, toujours avec deux observateurs simultanément, on a noté :

de 10^h à 11^h . . .	16	étoiles filantes,	dont 1 de première grandeur.
de 11^h à 12^h . . .	16	id.,	
de 12^h à 13^h . . .	15	id.,	dont 1 de première grandeur,
de 13^h à 14^h . . .	13	id.,	dont 2 de première grandeur et 2 aussi brillantes que Jupiter.
Total en 4 heures. .	60		

Pendant la même nuit, en 30 minutes, de 10^h20^m à 10^h50^m, M. le capitaine Waelput a compté, à Menin, 14 étoiles filantes, nombre trois fois supérieur à celui que l'on constatait à Bruxelles, par deux observateurs, dans le même intervalle. M. Waelput ajoute qu'après 11 heures le nombre des météores à diminué. On a constaté, à Bruxelles, une légère diminution, le 11 août, après minuit.

En résumé, l'apparition des étoiles filantes, en août 1877, n'a eu rien de bien remarquable, même si l'on tient compte de l'état défavorable du ciel pendant la soirée du 9. Le nombre des météores n'avait rien de vraiment insolite, leur éclat n'était pas vif (au moins pour le plus grand nombre d'entre eux), et la radiation à partir de Persée n'était même pas aussi bien caractérisée qu'on l'observe ordinairement à cette époque périodique.

Sur quelques propriétés de l'invariant quadratique simultané de deux formes binaires; par M. C. Le Paige, chargé de cours d'analyse à l'Université de Liége.

Dans une précédente communication (*), nous avons montré que l'invariant quadratique commun à deux formes binaires du n^{me} degré, présente une certaine importance dans l'involution de $3n$ points; nous croyons utile de reprendre cette étude, surtout au point de vue analytique, et de montrer comment on est forcément conduit à la considération de cet invariant : nous déduirons également, de notre méthode, diverses propriétés, nouvelles, croyons-nous, qui appartiennent à cette fonction; nous aurons ainsi l'occasion de démontrer plusieurs théorèmes de géométrie qui nous semblent offrir quelque intérêt, et d'étendre le nombre des cas, susceptibles d'interprétation géométrique, qui se rencontrent dans la théorie des formes algébriques.

Comme nous l'avons dit, l'involution de $3n$ points peut se définir par l'équation

$$f(x) + k\varphi(x) = 0, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

ou par l'identité

$$\begin{vmatrix} 1 - \Sigma\lambda_1 + \Sigma\lambda_1\lambda_2 \ldots\ldots \pm \lambda_1\lambda_2 \ldots \lambda_n \\ 1 - \Sigma\rho_1 + \Sigma\rho_1\rho_2 \ldots\ldots \pm \rho_1\rho_2 \ldots \rho_n \\ 1 - \Sigma\rho'_1 + \Sigma\rho'_1\rho'_2 \ldots\ldots \pm \rho'_1\rho'_2 \ldots \rho'_n \end{vmatrix} \equiv 0. \quad (2)$$

(*) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XLIV. Août 1877, p. 231.

Mais l'analogie entre cette involution et les propriétés connues de l'involution de six points n'apparaît pas (*), au premier abord, et nous allons traiter cette question d'une manière quelque peu différente.

Une courbe de n^{me} ordre étant définie, en général, par $N = \frac{n(n+3)}{2}$ points, l'équation de toutes les courbes de cet ordre qui passent par $N - m$ points fixes peut se mettre sous la forme

$$C \equiv C_0 + k_1C_1 + k_2C_2 + \cdots + k_mC_m = 0 \quad . \quad . \quad (3)$$

Il est visible que la forme la plus générale que l'on puisse donner à cette équation, en laissant complétement arbitraires les constantes k, avec la condition qu'il existe une relation entre les distances des points d'intersection d'une transversale avec ce faisceau de courbes (**), s'obtiendra en prenant le nombre m égal à $n - 1$ (***).

Si nous prenons pour axe des X la transversale, nous voyons que les distances, à partir de l'origine, sur cette

---

(*) Nous entendons surtout par là les analogies analytiques, et non les analogies géométriques que M. Folie a pleinement fait ressortir dans ses *Fondements d'une géométrie supérieure cartésienne.*

(**) On emploie généralement le mot faisceau (Büschel) pour désigner l'ensemble des courbes qui passent par $N - 1$ points fixes, et celui de réseau (Curvennetz), pour les courbes qui passent par $N - 2$ points fixes: nous avons cru, cependant, pouvoir employer la dénomination de faisceau, dans un sens un peu plus étendu, puisque les propriétés d'involution, qui appartiennent aux faisceaux de courbes, entendus dans le sens habituel, appartiennent également aux courbes définies par l'équation (3).

(***) Nous ne nous occuperons pas, pour le moment, des involutions où le nombre des constantes est moindre que $(n - 1)$, involutions dont nous devons l'idée à M. P. Mansion, ni des involutions où le nombre des constantes est supérieur à $n - 1$, mais entre lesquelles existent des relations définies par des équations algébriques.

transversale, des points où elle coupe le faisceau, seront liées par une équation qui peut s'écrire

$$F(x) \equiv f_0(x) + k_1 f_1(x) + k_2 f_2(x) + \cdots + k_{n-1} f_{n-1}(x) = 0.$$

Désignons par $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n$; $\mu_1, \mu_2, \ldots \mu_n$; ... $\varpi_1, \varpi_2, \ldots \varpi_n$, les $(n+1)$ groupes de racines des équations

$$F(x) = 0, \quad f_0(x) = 0, \quad f_1(x) = 0; \quad \ldots \quad f_{n-1}(x) = 0,$$

il existera entre ces quantités la relation

$$\begin{vmatrix} 1 - \Sigma\lambda_1 + \Sigma\lambda_1\lambda_2 \ldots\ldots \pm \lambda_1\lambda_2 \ldots \lambda_n \\ 1 - \Sigma\mu_1 + \Sigma\mu_1\mu_2 \ldots\ldots \pm \mu_1\mu_2 \ldots \mu_n \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ 1 - \Sigma\varpi_1 + \Sigma\varpi_1\varpi_2 \ldots\ldots \pm \varpi_1\varpi_2 \ldots \varpi_n \end{vmatrix} = 0. \quad (4)$$

Supposons maintenant que les n points de chacun des n derniers groupes se confondent chacun en un point, la relation deviendra :

$$\Theta = \begin{vmatrix} 1 - \Sigma\lambda_1 + \Sigma\lambda_1\lambda_2 \ldots\ldots \pm \lambda_1\lambda_2 \ldots \lambda_n \\ 1 - n\mu + \binom{n}{2}\mu^2 \ldots\ldots \pm \mu^n \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ 1 - n\varpi + \binom{n}{2}\varpi^2 \ldots\ldots \pm \varpi^n \end{vmatrix} = 0, \quad (5)$$

ou, en développant ce déterminant suivant les éléments de la première rangée, et en désignant par $\delta_0, \delta_1, \ldots \delta_n$, les mineurs,

$$\Theta = \delta_0 - \Sigma\lambda_1 \,.\, \delta_1 + \Sigma\lambda_1\lambda_2 \,.\, \delta_2 - \ldots\ldots \pm \lambda_1\lambda_2 \ldots \lambda_n \,.\, \delta_n = 0. \quad (6)$$

Nous devons d'abord rechercher la valeur de chacun des mineurs δ.

Pour cela, considérons le déterminant

$$D_k = \begin{vmatrix} 1 & \alpha_1 & \alpha_1^2 & \ldots & \alpha_1^{k-1} & \alpha_1^{k+1} & \ldots & \alpha_1^n \\ 1 & \alpha_2 & \alpha_2^2 & \ldots & \alpha_2^{k-1} & \alpha_2^{k+1} & \ldots & \alpha_2^n \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & \alpha_n & \alpha_n^2 & \ldots & \alpha_n^{k-1} & \alpha_n^{k+1} & \ldots & \alpha_n^n \end{vmatrix},$$

et, pour en obtenir la valeur, formons le déterminant

$$\begin{vmatrix} 1 & x & x^2 & \ldots\ldots & x^n \\ 1 & \alpha_1 & \alpha_1^2 & \ldots\ldots & \alpha_1^n \\ 1 & \alpha_2 & \alpha_2^2 & \ldots\ldots & \alpha_2^n \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & \alpha_n & \alpha_n^2 & \ldots\ldots & \alpha_n^n \end{vmatrix},$$

que nous désignerons, d'après la notation habituelle, par $\Delta(x, \alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n)$.

Si nous développons suivant les éléments de la première rangée, nous trouvons

$$\Delta(x, \alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n) = D_0 - xD_1 + x^2D_2 - \cdots + (-1)^k x^k D_k \ldots \pm x^n D_n.$$

Mais

$$\begin{aligned} \Delta(x, \alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n) = {} & (\alpha_1 - x)(\alpha_2 - x) \ldots\ldots (\alpha_n - x) \\ & (\alpha_2 - \alpha_1) \ldots\ldots (\alpha_n - \alpha_1) \\ & \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ & (\alpha_n - \alpha_{n-1}) \quad (*), \\ = {} & (\alpha_1 - x)(\alpha_2 - x) \ldots\ldots (\alpha_n - x)\, \Delta(\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n). \end{aligned}$$

Nous obtiendrons, par suite, la valeur de D_k, en déve-

(*) Jacobi, Journal de Crelle, t. XXII. *De formatione et proprietatibus Determinantium*, p. 285.

loppant le second membre suivant les puissances de x et prenant le coefficient de x^k.

En conséquence

$$D_k = \Sigma(\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n)_{n-k} \Delta(\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n) \text{ (*)} \quad . \quad . \quad (7)$$

Dans cette formule $\Sigma(\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n)_{n-k}$ représente la somme des produits $n - k$ à $n - k$ des quantités α.

Au moyen de la formule (7), il est facile de mettre l'égalité (6) sous la forme

$$\Delta(\mu, \nu, \ldots \varpi)\left[\lambda_1\lambda_2\ldots\lambda_n - \frac{1}{n}\Sigma\lambda_1\lambda_2\ldots\lambda_{n-1}\Sigma\mu + \cdot \cdot \pm \mu\nu\ldots\varpi\right] = 0. \quad (8)$$

La quantité entre crochets n'est autre chose que l'invariant quadratique, ou, pour employer la terminologie de M. Cayley, l'invariant linéo-linéaire que nous avons considéré dans notre Note *Sur quelques points de Géométrie Supérieure* (**).

Nous rappellerons la définition que nous y donnons, des points conjugués harmoniques :

Si deux formes binaires homogènes, de degré n, *sont telles que leur invariant quadratique simultané soit nul,*

(*) Celte valeur de D_k peut se déduire, d'ailleurs, d'une formule donnée par Baltzer, *Theorie und Anwendung der Determinanten*, s. 88. On remarquera que, par un procédé analogue, on peut trouver la valeur des déterminants formés de Δ par la suppression de deux rangées et de deux colonnes, etc. Nous reviendrons peut-être un jour sur ces propriétés des déterminants, propriétés qui s'appliquent aisément aux sommes des produits p à p des nombres naturels, aux nombres de Bernoulli, etc., dont nous nous sommes occupé dans un autre endroit (Ann. de la Soc. scient. de Brux., t. I, p. 43.)

(**) Sur ces invariants, voir A. Cayley, *A fourth Memoir upon Quantics*, Philos Trans., t. CXLVIII, pp. 417 et ss.

les 2n *points, que ces formes représentent, sont conjugués harmoniques d'ordre* n.

Il est utile de démontrer encore, nous semble-t il, que la supposition

$$\mu_1 \equiv \mu_2 \equiv \cdots \equiv \mu\,; \quad \nu_1 \equiv \nu_2 \equiv \cdots \equiv \nu, \text{ etc.}$$

ne contient aucune impossibilité, et, pour cela, de montrer qu'il existe réellement des points n^{ples}.

Si $x, y, \ldots . z$, représentent les distances, à partir de l'origine, des points appartenant à l'involution

$$\sum_{i=0}^{i=n-1} k_i f_i(x) = 0,$$

où nous introduisons une constante k_0 pour la symétrie, il existe, entre ces quantités, une relation

$$\mathrm{R}(x, y, \ldots z) = 0,$$

du premier degré par rapport à chacune des variables.

Pour trouver cette relation, observons que l'on a

$$\left.\begin{array}{l} k_0 f_0(x) + k_1 f_1(x) + \cdots + k_{n-1} f_{n-1}(x) = 0 \\ k_0 f_0(y) + k_1 f_1(y) + \cdots + k_{n-1} f_{n-1}(y) = 0 \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ k_0 f_0(z) + k_1 f_1(z) + \cdots + k_{n-1} f_{n-1}(z) = 0 \end{array}\right\} ; \quad . \quad (9)$$

on a donc aussi

$$\Sigma \pm \left[f_0(x) f_1(y) \ldots f_{n-1}(z) \right] = 0, \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

en désignant ainsi le déterminant de ce système d'équations linéaires homogènes par rapport aux k.

Ce déterminant est divisible par $\Delta(x, y, \ldots z)$, comme on peut aisément s'en convaincre, puisqu'il s'annule lorsque l'on fait $x = y, \ldots x = z$, etc.

Après la division par Δ, le premier membre de l'équation (10) est du premier degré par rapport à chacune des variables.

On obtiendra les points multiples d'ordre n, en faisant $x = y = \dots = z$.

On trouve ainsi l'équation du n^{me} ordre

$$\left\{ \frac{\Sigma \pm \left[f_0(x) f_1(y) \dots f_{n-1}(z)\right]}{\Delta(x,\, y,\, \dots z)} \right\}_{x = y = \dots = z} = 0 \quad . \quad . \quad (11)$$

Il est indifférent que les points n^{ples} soient réels ou imaginaires (*).

Dans l'involution de $3n$ points, le nombre des constantes k se réduit à un, mais, comme nous l'avons dit, cette involution peut se définir par l'identité

$$\begin{vmatrix} 1 - \Sigma\lambda_1 + \Sigma\lambda_1\lambda_2 \dots \pm \lambda_1\lambda_2 \dots \lambda_n \\ 1 - \Sigma\rho_1 + \Sigma\rho_1\rho_2 \dots \pm \rho_1\rho_2 \dots \rho_n \\ 1 - \Sigma\rho'_1 + \Sigma\rho'_1\rho'_2 \dots \pm \rho'_1\rho'_2 \dots \rho'_n \end{vmatrix} = 0,$$

ou par le déterminant à $(n + 1 - 3)$ rangées arbitraires

$$\begin{vmatrix} a_{11} & -a_{12} & \dots\dots \pm a_{1n} \\ a_{21} & -a_{22} & \dots\dots \pm a_{2n} \\ \cdot & \cdot\;\cdot\;\cdot & \cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\ a_{n-31} & -a_{n-32} & \dots\dots \pm a_{n-3.n} \\ 1 & -\Sigma\lambda_1 & \dots\dots \pm \lambda_1\lambda_2 \dots \lambda_n \\ 1 & -\Sigma\rho_1 & \dots\dots \pm \rho_1\rho_2 \dots \rho_n \\ 1 & -\Sigma\rho'_1 & \dots\dots \pm \rho'_1\rho'_2 \dots \rho'_n \end{vmatrix} = 0.$$

(*) Pour le nombre des points doubles d'une involution de $3n$ points, voir Em. Weyr, *Erzeugung der algebraischen Curven durch projectivische Involutionen.* (Math. Ann, 3^{ter} Band, s. 35, 1871.)

Il est donc toujours possible, d'une infinité de manières, de choisir ces rangées de façon à obtenir une involution de $(n + 1)\,n$ points.

Les propriétés de l'invariant I_1 trouveront par suite, dans ce cas, leur application.

Si les formes $f_0(x)$, $f_1(x)$ sont du second degré, la formule (8) devient

$$(\mu - \nu)\left[\lambda_1\lambda_2 - \tfrac{1}{2}(\lambda_1 + \lambda_2)(\mu + \nu) + \mu\nu\right] = 0.$$

C'est, sous une forme un peu différente, le résultat donné par M. Cayley (*).

Il nous reste à montrer d'autres analogies entre l'involution de $(n + 1)\,n$ points et celle de six points.

Nous pouvons dire d'abord, comme conséquence de ce qui précède, que

Si n + 1 *groupes de* n *points sont tels qu'il soit possible de déterminer* n *points, conjugués harmoniques d'ordre* n *de chacun de ces groupes, ces points sont en involution.*

Cette proposition n'est autre chose que la définition, généralisée, de l'involution de six points.

Dans ce dernier cas, la réciproque est vraie.

Actuellement, les théorèmes que nous avons démontrés, prouvent qu'il existe réellement une forme $F_1(x)$, telle que l'invariant linéo-linéaire de cette forme et de la forme $F(x)$ est nul.

Or cette propriété existe, indépendamment du choix des constantes k.

Mais on voit que la forme $F(x)$ se réduit à chacune des

(*) A. Cayley, *A fifth Memoir upon Quantics*, Philos. Trans., t. CXLVIII, p. 436.

formes $f_0(x)$, $f_1(x)$, ... $f_{n-1}(x)$, par un choix convenable de ces constantes.

Il suit de là que l'on peut énoncer ce théorème :

Si $(n+1)n$ *points sont en involution, les* n *points* n^{ples} *de cette involution forment, avec chacun des groupes de* n *points,* $2n$ *points conjugués harmoniques.*

Cette propriété s'applique, de la même façon que les autres, à l'involution de $3n$ points.

Comme conséquence de l'involution de $3n$ points, nous avons vu que ces $3n$ points appartiennent à une infinité d'involutions à $(n+1)n$ points : il n'est pas difficile, d'ailleurs, de se rendre géométriquement compte de ce fait.

Soit un faisceau de courbes du n^{me} ordre, représentées par

$$C \equiv C_1 + kC_2 = 0.$$

Les points où une transversale rencontre trois courbes appartenant à ce faisceau sont $3n$ points en involution.

Si parmi les $N-1$ points fixes, base du faisceau, nous en prenons $N-(n-1)$, nous pourrons faire passer par ces $N-(n-1)$ points des courbes qui forment avec les trois premières un système donnant lieu à une involution de $(n+1)n$ points, parmi lesquels figurent les premiers.

Nous nous proposons encore de chercher jusqu'à quel point la théorie de l'involution se rattache à celle des polaires.

On a remarqué déjà (*) que « *le premier système polaire d'un groupe de* n *points forme une involution du* $(n-1)^{\text{me}}$ *ordre;* » cependant il ne nous paraît pas que ce soit là le

---

(*) Clebsch-Lindemann, *Vorlesungen über Geometrie*, 1^ter Band., s. 208.

rôle le plus important de la première polaire dans la théorie de l'involution.

L'équation d'une courbe du n^{me} ordre, en coordonnées homogènes, peut s'écrire symboliquement

$$U \equiv (ax + by + cz)^n = 0,$$

ou, d'une manière explicite,

$$U \equiv \left(a_1 x^n + \frac{n}{1} a_2 x^{n-1} y + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} a_3 x^{n-2} y^2 + \cdots + a_{n+1} y^n\right)$$
$$+ \frac{n}{1} z \left(b_1 x^{n-1} + \frac{n-1}{1} b_2 x^{n-2} y + \cdots + b_n y^{n-1}\right) + \cdots + g_1 z^n = 0.$$

Si nous considérons les émanants successifs de la forme U, nous obtiendrons, en les égalant à zéro, l'équation des polaires successives d'un point relativement à la courbe représentée par l'équation $U = 0$.

L'équation de la première polaire d'un point x_1, y_1, z_1, est, par suite,

$$x_1 \frac{dU}{dx} + y_1 \frac{dU}{dy} + z_1 \frac{dU}{dz} = 0 \ (^*).$$

Prenons pour axe des X une transversale quelconque et pour origine le point (x_1, y_1, z_1), et recherchons quelle relation existe entre les points où la transversale coupe la courbe et la première polaire de l'origine.

Nous voyons sans difficulté, en faisant $z = 1$, que ces points sont donnés par les racines des deux équations

$$U_1 \equiv a_1 x^n + \frac{n}{1} b_1 x^{n-1} + \cdots + g_1 = 0 \quad . \quad . \quad (12)$$

$$U_2 \equiv b_1 x^{n-1} + \frac{n-1}{1} c_1 x^{n-2} + \cdots + g_1 = 0 \quad . \quad (13)$$

(*) Voyez, par exemple, SALMON, *Higher plane Curves*, p. 48.

L'équation

$$U_3 \equiv b_1 x^n + \frac{n-1}{1} c_1 x^{n-1} + \cdots + g_1 x = 0 \quad . \qquad (14)$$

représente, à la fois, l'origine et les $(n-1)$ points d'intersection de la transversale avec la première polaire de l'origine.

Si nous calculons l'invariant quadratique simultané des deux formes U_1, U_3, nous trouvons

$$I_1 = -\left(b_1 g_1 - \frac{n-1}{1} c_1 f_1 + \cdots \pm b_1 g_1\right).$$

La quantité entre parenthèses est l'invariant quadratique simultané des deux formes identiques

$$U' \equiv b_1 x^{n-1} + \frac{n-1}{1} c_1 x^{n-2} y + \cdots + g_1 y^{n-1}.$$

Si n est pair, l'invariant quadratique des formes U_1, U_3, est donc nul (*).

Si n est impair, nous avons ce théorème :

L'invariant linéo-linéaire des deux formes d'ordre impair

$$(a, b, c, \ldots g \,)\!(\, x, y)^n,$$
$$x(b, c, \ldots g \,)\!(\, x, y)^{n-1},$$

est, au signe près, égal au quadrinvariant de la forme

$$(b, c, \ldots g \,)\!(\, x, y)^{n-1};$$

théorème qui présente quelque analogie avec cette autre propriété donnée par M. Cayley :

L'invariant linéo-linéaire de deux formes, qui sont les

(*) A. Cayley, *A fourth Memoir upon Quantics*, p. 420. Le théorème sur lequel nous nous appuyons sera d'ailleurs démontré plus bas, comme conséquence de nos formules.

dérivées d'une même forme d'ordre pair, est l'invariant quadratique de cette forme (*).

De ce qui précède, on conclut que :

Pour les courbes d'ordre pair, les 2n *points d'intersection d'une transversale avec la courbe, la première polaire d'un point, et ce point, sont conjugués harmoniques d'ordre* n.

Supposons que le point considéré se trouve sur la courbe.

Dans ce cas, le paramètre g_1 de l'équation (12) est nul.

Par suite, les $(n-1)$ points d'intersection de la transversale avec la courbe, autres que l'origine, sont donnés par l'équation

$$U_1 \equiv a_1x^{n-1} + \frac{n}{1}b_1x^{n-2} + \cdots + nf_1 = 0\,;$$

les points d'intersection de la transversale et de la polaire, par l'équation

$$U_2 \equiv b_1x^{n-1} + \frac{n-1}{1}c_1x^{n-2} + \cdots + \frac{n-1}{1}f_1x = 0.$$

Calculons l'invariant quadratique simultané de ces deux formes du $(n-1)^{\text{me}}$ degré, nous trouvons

$$I_1 = -nb_1f_1 + \frac{n(n-1)}{1\,.\,2}c_1e_1 - \cdots \pm nf_1b_1.$$

Si $(n-1)$ est pair, il faut prendre le signe supérieur, et I_1 est identiquement nul.

Nous sommes donc conduit à ce théorème :

(*) A. Cayley, *A fourth Memoir upon Quantics*, p. 421.

L'invariant linéo-linéaire des deux formes de degré pair

$$U_1 \equiv \frac{1}{x}(a_1, b_1, \ldots g_1, 0 \between x, y)^{2n+1},$$

$$U_2 \equiv (b_1, c_1, \ldots g_1, 0 \between x, y)^{2n}$$

est nul.

Ce théorème d'algèbre donne lieu à l'interprétation géométrique suivante :

Si l'on prend un point sur une courbe d'ordre impair 2n + 1, *toute corde passant par ce point rencontre la courbe en* 2n *autres points et la première polaire en* 2n *points, qui sont conjugués harmoniques d'ordre* 2n.

Cette proposition, dans le cas des cubiques, est connue et due, pensons-nous, à M. Salmon (*).

Reprenons encore les deux formes

$$U_1 \equiv a_1 x^n + \frac{n}{1} b_1 x^{n-1} + \cdots + \frac{n}{1} f_1 x + g_1,$$

$$U_2 \equiv b_1 x^{n-1} + \frac{n-1}{1} c_1 x^{n-2} + \cdots + \frac{n-1}{1} f_1 x + g_1,$$

et supposons que deux des paramètres, g_1, f_1, s'annulent.

Les deux formes deviennent

$$U_1 \equiv x^2 \left(a_1 x^{n-2} + \frac{n}{1} b_1 x^{n-3} + \cdots + \frac{n(n-1)}{1.2} e_1\right) = x^2 U'_1,$$

$$U_2 \equiv x \left(b_1 x^{n-2} + \frac{n-1}{1} c_1 x^{n-3} + \cdots + \frac{(n-1)(n-2)}{1.2} e_1 x\right) = x U'_2.$$

Les deux formes U'_1, U'_2, sont du même degré, $(n-2)$.

(*) SALMON, *Higher plane Curves*, p. 142.

Leur invariant linéo-linéaire commun est

$$I_1 = -\frac{n}{1} \cdot \frac{\frac{(n-1)(n-2)}{1 \, . \, 2}}{\frac{n-2}{1}} e_1 b_1 + \cdots \pm \frac{n(n-1)}{1 \, . \, 2} e_1 b_1.$$

Il n'est pas difficile de voir que, si n est pair, $I_1 = 0$.

Nous sommes donc conduit à ce théorème :

L'invariant linéo-linéaire des deux formes d'ordre pair

$$U_1 \equiv \frac{1}{x^2} (a, b, c, \ldots 0, 0 \mathbin{\rangle\!\langle} x, y)^n,$$

$$U_2 \equiv \frac{1}{x} (b, c, \ldots 0, 0 \mathbin{\rangle\!\langle} x, y)^{n-1},$$

est identiquement nul.

Recherchons-en l'interprétation géométrique.

Puisque $g_1 = 0$, le point appartient à la courbe, et comme, de plus, $f_1 = 0$, la transversale a, en ce point, un second point commun avec la courbe.

Ce fait peut dépendre de la position particulière de la transversale qui est alors tangente à la courbe au point donné.

En conséquence :

Si par un point d'une courbe d'ordre pair, on mène une tangente à la courbe, cette tangente coupe la courbe, en général, en 2n — 2 *autres points, et la première polaire du point en* 2n — 2 *points (le point considéré n'étant compté qu'une seule fois) qui sont conjugués harmoniques du* (2n — 2)^{me} *ordre.*

Cette proposition, pour les courbes du quatrième ordre, a été signalée par M. de Jonquières, dans son Mémoire sur les pôles et les polaires.

Nous disons, dans l'énoncé, que le point considéré ne doit être compté qu'une seule fois. En effet, la tangente à la courbe est tangente à la polaire, car « *les différentes polaires d'une courbe quelconque, relatives à un point simple de cette courbe, la touchent en ce point* (*). »

Mais la condition $f_1 = g_1 = 0$, peut être indépendante du choix de la transversale, et alors, la courbe a un point double au point considéré.

Il en résulte ce théorème :

Toute corde, passant par un point double d'une courbe d'ordre pair 2n, *rencontre cette courbe en* 2n — 2 *autres points et la polaire du point double en* 2n — 2 *points* (*le point étant compté une seule fois*) *qui sont conjugués harmoniques du* $(2n-2)^{me}$ *ordre.*

Nous ne multiplierons pas les applications auxquelles peut donner lieu la théorie des points conjugués harmoniques, que nous venons d'exposer : on trouvera aisément les théorèmes auxquels on arrive dans chaque cas particulier.

Les théorèmes que nous venons de démontrer ont été découverts, comme on voit, par un procédé dont Joachimsthal a fait le premier usage dans la recherche des propriétés des discriminants, et qui consiste à égaler à zéro certains paramètres d'une forme pour la réduire à un degré moindre (**).

Au lieu de prendre, pour équation des polaires, les émanants successifs égalés à zéro, nous aurions pu les considérer comme définies pour les relations

$$\sum\left(\frac{1}{00'}-\frac{1}{0a}\right)\left(\frac{1}{00'}-\frac{1}{0b}\right)\cdots\left(\frac{1}{00'}-\frac{1}{0m}\right)=0,$$

(*) De Jonquières, *Journal de Liouville*, t. II, 2me série, p. 255.

(**) Voir aussi A. Cayley, *Recherches sur les covariants*, Journal de Crelle, t. XLVII, p. 125.

où O désigne le pôle; a, b, ... m, les points d'intersection d'une transversale avec la courbe et O′, le point appartenant à la polaire (*).

La méthode précédente, plus purement algébrique, nous semble mieux appropriée au but que nous nous sommes proposé.

Avant d'abandonner ce sujet, nous signalerons encore l'expression de l'invariant linéo-linéaire qui peut se déduire de nos calculs.

Soient deux formes binaires

$$U_1 \equiv a_1x^n + \frac{n}{1} a_2x^{n-1}y + \frac{n(n-1)}{1.2} a_3x^{n-2}y^2 + \cdots + a_{n+1}y^n;$$

$$U_2 \equiv b_1x^n + \frac{n}{1} b_2x^{n-1}y + \frac{n(n-1)}{1.2} b_3x^{n-2}y^2 + \cdots + b_{n+1}y^n,$$

et désignons par $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n$ les racines de la première, par $\theta_1, \theta_2, \ldots \theta_n$, celles de la seconde.

Les calculs effectués plus haut montrent que l'invariant dont il s'agit peut se représenter par le quotient de deux déterminants.

On a

$$I_1 = a_1b_1 \cdot \frac{\begin{vmatrix} 1 - \Sigma\lambda_1 + \Sigma\lambda_1\lambda_2 \ldots\ldots \pm \lambda_1\lambda_2 \ldots \lambda_n \\ 1 - n\theta_1 + \binom{n}{2}\theta_1^2 \ \ldots\ldots \pm \theta_1^n \\ 1 - n\theta_2 + \binom{n}{2}\theta_2^2 \ \ldots\ldots \pm \theta_2^n \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ 1 - n\theta_n + \binom{n}{2}\theta_n^2 \ \ldots\ldots \pm \theta_n^n \end{vmatrix}}{\binom{n}{1}\binom{n}{2}\ldots\binom{n}{n}\,\Sigma \pm \left[\theta_1^0\theta_2^1 \ \ldots \theta_n^{n-1}\right]},$$

expression peut-être nouvelle.

Nous pourrions partir de cette formule pour montrer que I_1 est un invariant.

(*) E. de Jonquières, *Mémoire sur la théorie des pôles et des polaires*, Journal de Liouville, 2me série, t. II, p. 251.

Remarquons encore que le premier membre change de signe, si l'on remplace les λ par les θ et réciproquement, dans le cas où n est impair.

On doit donc avoir :

$$\frac{\begin{vmatrix} 1-\Sigma\lambda_1+\Sigma\lambda_1\lambda_2\ldots\pm\lambda_1\lambda_2\ldots\lambda_n \\ 1-n\theta_1+\binom{n}{2}\theta_1^2\ \ldots\pm\theta_1^n \\ \cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot \\ 1-n\theta_n+\binom{n}{2}\theta_n^2\ldots\pm\theta_n^n \end{vmatrix}}{\Sigma\pm\left[\theta_1^0\theta_2^1\ldots\theta_n^{n-1}\right]}=(-1)^n\frac{\begin{vmatrix} 1-\Sigma\theta_1+\Sigma\theta_1\theta_2\ldots\pm\theta_1\theta_2\ldots\theta_n \\ 1-n\lambda_1+\binom{n}{2}\lambda_1^2\ldots\pm\lambda_1^n \\ \cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot \\ 1-n\lambda_n+\binom{n}{2}\lambda_1^n\ldots\pm\lambda_1^n \end{vmatrix}}{\Sigma\pm\left[\lambda_1^0\lambda_2^1\ldots\lambda_n^{n-1}\right]},$$

ou bien encore

$$\begin{vmatrix} 1-\Sigma\lambda_1+\Sigma\lambda_1\lambda_2\ldots\pm\lambda_1\lambda_2\ldots\lambda_n \\ 1-n\theta_1+\binom{n}{2}\theta_1^2\ \ldots\pm\theta_1^n \\ \cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot \\ 1-n\theta_n+\binom{n}{2}\theta_n^2\ \ldots\pm\theta_n^n \end{vmatrix}\begin{vmatrix} 1 & \lambda_1 & \lambda_1^2 & \ldots & \lambda_1^{n-1} \\ 1 & \lambda_2 & \lambda_2^2 & \ldots & \lambda_2^{n-1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & \lambda_n & \lambda_n^2 & \ldots & \lambda_n^{n-1} \end{vmatrix}$$

$$=(-1)^n\begin{vmatrix} 1-\Sigma\theta_1+\Sigma\theta_1\theta_2\ldots\pm\theta_1\theta_2\ldots\theta_n \\ 1-n\lambda_1+\binom{n}{2}\lambda_1^2\ldots\pm\lambda_1^n \\ \cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot \\ 1-n\lambda_n+\binom{n}{2}\lambda_1^n\ldots\pm\lambda_1^n \end{vmatrix}\begin{vmatrix} 1 & \theta_1 & \theta_1^2 & \ldots & \theta_1^{n-1} \\ 1 & \theta_2 & \theta_2^2 & \ldots & \theta_2^{n-1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & \theta_n & \theta_n^2 & \ldots & \theta_n^{n-1} \end{vmatrix}.$$

Si nous ajoutons au second facteur de chaque membre la rangée 0, 0, ... 1, et à chacun d'eux respectivement la colonne 1, λ_1^n, λ_2^n, ... λ_n^n; 1, θ_1^n, θ_2^n,... θ_n^n, puis que nous effectuions la multiplication après avoir renversé l'ordre des colonnes de ces seconds facteurs, nous trouvons

$$\begin{vmatrix} (\lambda_1-\theta_1)^n(\lambda_2-\theta_1)^n\ldots(\lambda_n-\theta_1)^n \\ (\lambda_1-\theta_2)^n(\lambda_2-\theta_2)^n\ldots(\lambda_n-\theta_2)^n \\ \cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot \\ (\lambda_1-\theta_n)^n(\lambda_2-\theta_n)^n\ldots(\lambda_n-\theta_n)^n \end{vmatrix}=(-1)^n\begin{vmatrix} (\theta_1-\lambda_1)^n(\theta_2-\lambda_1)^n\ldots(\theta_n-\lambda_1)^n \\ (\theta_1-\lambda_2)^n(\theta_2-\lambda_2)^n\ldots(\theta_n-\lambda_2)^n \\ \cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot \\ (\theta_1-\lambda_n)^n(\theta_2-\lambda_n)^n\ldots(\theta_n-\lambda_n)^n \end{vmatrix}, \quad (15)$$

ce qui est exact.

Supposons maintenant que les deux formes soient identiques; alors $\lambda_1 = \theta_1, \lambda_2 = \theta_2, \ldots \lambda_n = \theta_n$, et

$$\Sigma \pm [\lambda_1^0 \lambda_2^1 \ldots \lambda_n^{n-1}] = \Sigma \pm [\theta_1^0 \theta_2^1 \ldots \theta_n^{n-1}].$$

De plus le carré de chacun de ces déterminants est, à un facteur près, égal au discriminant de la forme.

On a donc

$$I_1 D = m \begin{vmatrix} 0 & (\lambda_2 - \lambda_1)^n & \ldots & (\lambda_n - \lambda_1)^n \\ (\lambda_1 - \lambda_2)^n & 0 & \ldots & (\lambda_n - \lambda_2)^n \\ . & . & . & . \\ (\lambda_1 - \lambda_n)^n & (\lambda_2 - \lambda_n)^n & \ldots & 0 \end{vmatrix}, \quad . \quad (16)$$

où D représente le discriminant, et m un facteur constant.

Lorsque n est impair, le second membre de cette égalité est un déterminant, appelé gauche par M. Cayley (*), et, d'après un théorème dû à Jacobi, ce déterminant est nul.

Ceci démontre la propriété que nous invoquions précédemment, c'est-à-dire que « *l'invariant quadratique simultané de deux formes identiques de degré impair est nul.* »

Puisque

$$D = \left[\Sigma \pm [\lambda_1^0 \lambda_2^1 \ldots \lambda_n^{n-1}]\right]^2,$$

et que le carré d'un déterminant est un déterminant symétrique (**), nous voyons que « *l'invariant quadratique d'une forme de degré pair est, à un facteur près, égal au quotient de deux déterminants symétriques,* » car I_1 est, dans ce cas, égal au double de ce quadrinvariant.

Cette proposition, que nous sachions, n'a pas encore été signalée.

(*) Cayley, *Journal de Crelle*, t. XXXII, p. 119.

(**) Baltzer, *Theorie und Anwendung der Determinanten*, s. 48.

On peut obtenir aisément une autre expression du quadrinvariant d'une forme de degré pair, en fonction des racines.

Remarquons que le poids de cet invariant est n et son ordre deux.

Or, considérons la fonction,

$$\varphi = \Sigma (\lambda_1 - \lambda_2)^2 (\lambda_3 - \lambda_4)^2 \ldots (\lambda_{n-1} - \lambda_n)^2;$$

cette somme, dont l'ordre est deux et le poids n, doit avoir la forme

$$\varphi = A_1 a_0 a_n + A_2 a_1 a_{n-1} + \cdots$$

Si nous observons que la quantité φ doit satifaire à l'équation aux dérivées partielles,

$$a_0 \frac{d\varphi}{da_1} + 2a_1 \frac{d\varphi}{da_2} + \cdots = 0,$$

due à M. Sylvester, nous trouvons que $\varphi = I$.

Nous donnons ici cette relation afin de rapprocher deux expressions, de formes entièrement distinctes, de fonctions symétriques des racines d'une équation de degré pair.

L'égalité

$$\Sigma \pm \left[(\lambda_1 - \theta_1)^n (\lambda_2 - \theta_2)^n \ldots (\lambda_n - \theta_n)^n \right] = 0, \quad . \quad (17)$$

exprime encore que $2n$ points sont conjugués harmoniques d'ordre n, en supposant, bien entendu, que les quantités $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n; \theta_1, \theta_2, \ldots \theta_n$ soient différentes.

Pour $n = 2$, on a

$$\begin{vmatrix} (\lambda_1 - \theta_1)^2 & (\lambda_1 - \theta_2)^2 \\ (\lambda_2 - \theta_1)^2 & (\lambda_2 - \theta_2)^2 \end{vmatrix} = 0,$$

ou

$$\left[(\lambda_1-\theta_1)(\lambda_2-\theta_2) - (\lambda_1-\theta_2)(\lambda_2-\theta_1)\right]\left[(\lambda_1-\theta_1)(\lambda_2-\theta_2) + (\lambda_1-\theta_2)(\lambda_2-\theta_1)\right] = 0.$$

Le premier facteur ne s'annulant que si $\lambda_1 = \lambda_2$, ou $\theta_1 = \theta_2$, on a

$$\frac{(\lambda_1 - \theta_1)(\lambda_2 - \theta_2)}{(\lambda_1 - \theta_2)(\lambda_2 - \theta_1)} = -1,$$

ce qui exprime que le rapport anharmonique des quatre points est égal à — 1.

Nous ne nous étendrons pas actuellement sur les différentes formes que l'on peut donner à l'équation qui exprime que $2n$ points sont conjugués harmoniques d'ordre n. Il y a, sur ce point, analogie complète avec la théorie de points harmoniques d'ordre deux.

Lorsque $n = 4$, l'équation (16) donne, si $I = 0$,

$$\begin{vmatrix} 0 & (\lambda_2 - \lambda_1)^4 & (\lambda_3 - \lambda_1)^4 & (\lambda_4 - \lambda_1)^4 \\ (\lambda_1 - \lambda_2)^4 & 0 & (\lambda_3 - \lambda_2)^4 & (\lambda_4 - \lambda_2)^4 \\ (\lambda_1 - \lambda_3)^4 & (\lambda_2 - \lambda_3)^4 & 0 & (\lambda_4 - \lambda_3)^4 \\ (\lambda_1 - \lambda_4)^4 & (\lambda_2 - \lambda_4)^4 & (\lambda_3 - \lambda_4)^4 & 0 \end{vmatrix} = 0,$$

expression, peut-être non remarquée, de la condition pour que quatre points soient harmoniques symétriques, d'après la dénomination de M. Cayley, ou équianharmoniques, selon la désignation de M. Cremona, adoptée par Clebsch (*).

Nous signalerons, pour finir, une propriété de la forme du quatrième degré.

Soit

$$U \equiv (a, b, c, d, e \between x, y)^4,$$

une forme du quatrième degré.

(*) Sur ce point, voir Cayley, 4th *Memoir, etc.*; Clebsch, *Vorlesungen über Geometrie ; Theorie der binären algebraischen Formen*, s. 170, ff.

Son hessien est

$$H = (ac - b^2, 2(ad - bc), ae + 2bd - 3c^2, 2(be - cd), ce - d^2)(x, y)^4 \ldots (^*).$$

L'invariant linéo-linéaire de ces deux formes est

$$I_1 = 3\,(ace + 2bcd - ad^2 - b^2e - c^3).$$

La quantité entre parenthèses est le catalecticant de la forme du quatrième degré U; on le représente généralement par la lettre J.

Si les quatre points représentés par l'équation $U = 0$, sont conjugués harmoniques, $J = 0$ (**).

Nous en concluons ce théorème :

Si les quatre points, représentés par une forme du quatrième degré U, sont conjugués harmoniques du deuxième ordre, ces quatre points et les quatre points représentés par le hessien H, sont huit points, conjugués harmoniques du quatrième ordre.

(*) A. Cayley, *A fifth Memoir upon Quantics,* Philos. Trans., t. CXLVIII, p. 443.

(**) Cayley et Clebsch, op. cit.

Contribution à l'histoire du sucre (saccharose); par M. J. Motteu, aide-préparateur du cours de chimie et de physique et conservateur des collections à l'Institut agricole de l'État à Gembloux.

J'ai montré dans une note publiée en 1875 (1), en même temps que M. Kreusler (2), que la lumière solaire seule n'intervertit pas le sucre ordinaire en dissolution.

Les résultats étant en contradiction avec ceux annoncés par M. Raoult (3), je me suis demandé si l'air n'était pas intervenu dans les expériences de ce chimiste, et si son action n'avait pas été excitée par la lumière. C'est pour éclaircir ce point que les expériences suivantes ont été faites.

Je me suis servi de sucre candi qui a été lavé à l'eau distillée et desséché ensuite dans le vide en présence de l'acide sulfurique. Ce sucre ne laissait rien à l'incinération et ne renfermait pas de sucre interverti; l'absence de ce dernier a été mise hors de doute par l'emploi de la liqueur cupro-potassique, de la chaux et du saccharimètre de Ventzke : $26^{gr},048$ de sucre dans 100^{cc} de dissolution ont polarisé 100 degrés avec un tube de $0^{m},200$.

Dix matras d'essayeur, lavés à l'acide sulfurique et à l'eau régale, reçurent chacun $26^{cc},3$ d'une dissolution de sucre polarisant 85,8 Ventzke. Ces matras furent partagés en cinq groupes que je désigne par A, B, C, D, E, et traités comme suit :

---

(1) *La sucrerie belge.* 1875.

(2) *Berichte der deutschen Chem. Gesellschaft.* 1875.

(3) *Comptes rendus des séances de l'Académie de Paris*, t. LXXIII, page 1049.

A. Deux matras. — On fait bouillir la dissolution et on scelle à la lampe pendant l'ébullition.

B. Deux matras. — On fait bouillir le liquide et on scelle à la lampe 2 minutes après l'ébullition.

C. Deux matras. — On fait bouillir le liquide et on scelle à la lampe 6 minutes après l'ébullition.

D. Deux matras. — On fait bouillir et on ne scelle à la lampe qu'après refroidissement complet du liquide.

E. Deux matras. — Ces matras sont scellés à la lampe sans faire bouillir.

Un matras de chaque groupe fut exposé à la lumière diffuse, l'autre fut conservé dans l'obscurité. L'expérience a duré sept mois, du 25 octobre 1876 au 24 mai 1877. Tous les liquides furent examinés le 24 mai 1877.

Pour polariser, force a été de faire avec le contenu de chaque matras 100^{cc}, le liquide s'étant concentré par suite de la chauffe lors de la mise en expérience.

Les polarisations étant en raison inverse des volumes, les 100^{cc} devaient polariser, si du sucre ne s'était pas interverti, la valeur x donnée par ce rapport :

$$\frac{26^{cc}.3}{100} = \frac{x}{85.8} \qquad x = 22.5.$$

Voici les chiffres que j'ai constatés :

Matras conservés à la lumière.		*Matras conservés dans l'obscurité.*	
Matras *A*	22.5	Matras *A*	22.8
— *B*	22.5	— *B*	22.9
— *C*	22.5	— *C*	22.9
— *D*	22.5	— *D*	22.9
— *E*	12.7	— *E*	13.»

On voit que la polarisation du liquide de tous les tubes

A, B, C, D, s'est parfaitement conservée (1). Je me suis assuré par les réactifs indiqués ci-dessus qu'ils ne renferment pas de sucre interverti. Seuls les liquides des deux matras E qui n'ont pas été chauffés ont éprouvé une diminution considérable dans le pouvoir rotatoire. Au surplus ils accusent une quantité notable de sucre interverti, réduisant abondamment la liqueur cupro-potassique et se colorant par l'action de la chaux. J'ai déterminé le poids du sucre qui s'était interverti en pratiquant l'inversion et en appliquant la formule connue :

$$y = \frac{200\,(R + R')}{288 - t}$$

dans laquelle

R = polarisation avant l'inversion.
R' = — après —
t = température du liquide interverti.
y = polarisation due au saccharose.

J'ai trouvé $y = 15°4$.

La dissolution primitive polarisant 22°5; après l'expérience, la polarisation due au saccharose tombe à 15°4. La différence 7°1 (22°5 — 15°4) correspond au sucre qui s'est interverti. Ce poids de sucre est donc les 31.57 % du poids primitif :

$$\frac{7.1}{22.5} \times 100 = 31.57.$$

---

(1) Le lecteur ne manquera pas de constater que les polarisations des tubes A, B, C, D conservés dans l'obscurité sont légèrement plus fortes que la polarisation primitive 22°5. La différence atteint même 4/10 (22°9-22°5); nous pensons qu'elle est trop forte pour la mettre tout entière sur le compte des erreurs inhérentes aux opérations de l'analyse. Impuissant pour le moment de donner une explication de cette légère augmentation de pouvoir rotatoire d'un liquide sucré conservé dans l'obscurité et à l'abri de l'air, nous nous réservons de revenir plus tard sur ce phénomène que nous avons du reste déjà constaté dans d'autres circonstances.

Le liquide des matras E était opalescent, ce qui était produit par des moisissures.

Ces essais démontrent que : 1° la lumière n'a pas d'action sur le sucre en dissolution, qu'il y ait présence d'air ou non dans les matras; 2° quand il y a altération, elle est aussi profonde dans le liquide soustrait à la lumière que dans celui qui est éclairé ; cette altération est provoquée par le développement d'organismes inférieurs.

Action de la chaleur (100°) sur le sucre sec.

M. Maumené, dans son Traité sur la fabrication du sucre, dit, page 17 : Du sucre chauffé pendant 360 heures à 100° commence par se colorer, perd sa forme cristalline, devient vitreux et son pouvoir rotatoire tombe à zéro. Ces décompositions ne sont pas dues à des traces d'eau, dit-il, car des tubes dans lesquels il a été introduit 1/10 d'eau n'ont pas offert l'altération aussi rapidement que ceux où le sucre était seul.

Ces résultats diffèrent complétement de ceux que j'ai obtenus, comme on va le voir.

Dans une première expérience, j'ai constaté que du sucre pulvérisé et desséché dans le vide en présence d'acide sulfurique n'avait pas sensiblement changé d'aspect et n'était pas sensiblement modifié après 132 heures de chauffe à 100°; il avait acquis seulement une très-légère coloration jaune. Une autre quantité du même sucre chauffé pendant le même temps dans une atmosphère saturée d'eau s'était, au contraire, profondément altérée; ce sucre était en partie fondu et il était fortement coloré.

Pour reconnaître quelle était la quantité de saccharose qui pouvait être détruite, j'ai fait les essais suivants :

Un matras d'essayeur A reçoit 16$^{\text{gr}}$,233 de sucre desséché comme précédemment. Un matras B reçoit 16$^{\text{gr}}$;385 du même sucre en y ajoutant 1/10 d'eau. Ces deux matras sont scellés à la lampe et chauffés dans un bain d'eau (100°) pendant 360 heures. Après l'expérience on constate :

Matras A.	*Matras* B.
Le sucre est en poudre sèche comme avant la chauffe, la teinte est légèrement jaunâtre, ne renferme que peu de sucre interverti, 4.65 % de saccharose se sont transformés.	Le sucre est en partie sirupeux a chaud, s'est solidifié par le refroidissement, fortement coloré, renferme beaucoup de sucre interverti, 43.88 % de saccharose ont disparu.

C'est par la méthode de l'inversion indiquée plus haut que nous avons déterminé le sucre disparu.

Il me semble qu'il est permis de conclure de ces essais que l'altération que le sucre éprouve par la chaleur (100°) plus ou moins prolongée est due à l'humidité qui l'imprègne. Si le sucre sec a subi une légère altération, cela ne pourrait-il pas tenir à de faibles traces d'eau? Car malgré la précaution que j'ai prise de n'employer que des vases bien secs, le sucre peut avoir absorbé de l'humidité pendant le temps qu'il a fallu pour le peser et l'introduire dans le matras. On sait du reste que M. M. Berthelot (1) a aussi constaté (pour une durée de chauffe de 17 heures) que des traces d'eau sont nécessaires pour produire l'inversion du sucre.

Influence de petites quantités de différentes substances sur le sucre en dissolution.

Plusieurs matras d'essayeur reçoivent chacun 26$^{\text{cc}}$,3 de dissolution sucrée; avant de les sceller à la lampe, on fait bouillir le liquide pour détruire les germes dont le développement, comme nous l'avons dit plus haut, provoquerait l'inversion du sucre. Ces matras sont conservés à la température ordinaire et à la lumière depuis le 25 octobre 1876 jusqu'au 25 mai 1877.

---

(1) *Annales de chimie et de physique* (3), 1853.

Polarisation en octobre 1876.		*Polarisation en mai 1877.*	
Dissolution sucrée pure. . . .	22.6	22.5	
Avec 0,^{gr}01 d'acide arsénieux .	22.6	22.5	
— 0,^{gr}01 — barique . .	22.6	22.5	
— 0,^{gr}01 — tartrique .	22.6	2.»	Précipite fortement avec liqueur cuprique. — Coloration très-intense en faisant bouillir avec chaux.
— 1/10^{cc}. — acétiq. crist.	22.6	17.»	
— 1/10^{cc}. — butyrique. .	26.3	Liquide perdu	
— 1/10^{cc}. soude D = 1.14. .	22.6	22.5	
— 0,^{gr}01 chaux	22.6	22.5	
— 0.^{gr}01 magnésie	22.6	22 5	
— 1/10^{cc}. potasse	20.»	20.3	
— 0,^{gr}01 glucose de miel . .	26.3	2.63	

On voit que tous ces liquides se sont bien conservés sauf les dissolutions contenant les acides tartrique, acétique et butyrique. Tous sont restés limpides et ne renferment pas d'organismes inférieurs.

Action de l'eau pure et de la chaleur (100°) sur le sucre.

Si l'eau à la température ordinaire n'altère pas le sucre, il n'en est plus de même lorsque la chaleur intervient et que le contact a une certaine durée. D'après MM. Maumené et Soubeiran (1) la perte du pouvoir rotatoire serait très-rapide. M. W. Clasen (2), au contraire, a annoncé qu'une dissolution de sucre chauffée pendant plusieurs heures à une température voisine de l'ébullition n'éprouvait pas d'altération.

---

(1) Maumené. *Traité sur la fabrication du sucre*, 1876.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. X, p. 506.

Ainsi, d'après les premiers chimistes, une dissolution marquant 71° ne marquait plus après 12 heures que 25, après 18 heures que 20, après 20 heures que 0.

On conviendra que cette diminution dans la polarisation est énorme et de nature à faire supposer que dans la fabrication du sucre les pertes résultant de l'évaporation et de cuite sont considérables. Il n'en est rien cependant : les technologistes savent très-bien que les pertes importantes sont toutes mécaniques (sucre dans les pulpes, écumes, noir animal, mélasse).

J'ai donc repris les expériences de MM. Maumené et Soubeiran, et par les résultats obtenus, je dois considérer les nombres de ces chimistes comme fort exagérés.

Une série de tubes lavés à l'acide sulfurique et à l'eau régale de 25^{cc} de capacité, reçoivent chacun 14^{cc} de liqueur sucrée polarisant 65°7. Ces tubes sont fermés à la lampe sans en expulser l'air et on les chauffe dans un bain d'eau (100°).

Polarisation primitive	65.7	
Après 1 heure de chauffe. . .	65.7	
— 2 — . .	65.5	
— 3 — . .	65.3	
— 4 — . .	65.»	
— 5 — . .	65.»	Faible coloration.
— 6 — . .	65.»	La coloration va en augmentant.
— 7 — . .	65.»	
— 8 — . .	65.»	
— 9 — . .	65.»	
— 10 — . .	64.5	Décoloration.
— 11 — . .	64.5	
— 12 — . .	64.8	Nouvelle coloration.
— 13 — . .	64.»	
— 14 — . .	64.8	
— 15 — . .	64.»	

Ainsi la polarisation après 15 heures de chauffe est tombée de 65°7 à 64°.

J'ai observé comme M. Maumené, sans pouvoir l'expliquer, que la coloration après un certain nombre d'heures diminuait d'intensité.

Influence de l'eau et de la chaleur en présence de l'air sur le sucre.

D'après M. Soubeiran (1) l'air n'a pas d'action.

Une solution sucrée recouverte d'une couche d'huile se comporterait comme une solution qui serait au contact de l'air.

M. Lound (2) est arrivé aux conclusions suivantes :

a) Une dissolution de sucre chauffée en présence d'air donne du sucre interverti.

b) Quand on chauffe à l'abri de l'air, ou en présence d'air tout à fait purifié, il n'y a pas de transformation.

c) Az et O n'ont pas d'action; CO^2 agit, mais plus faiblement que l'air.

d) La transformation doit être attribuée en partie à CO^2 de l'air, en partie à d'autres substances qui se trouvent dans l'atmosphère, mais qui n'ont pas encore été déterminées.

Je copie les conclusions faisant observer qu'il ne se trouve aucun détail sur la conduite des expériences dans le Bulletin de la Société chimique.

J'ai étudié l'action de l'air sur des dissolutions sucrées chauffées à 100°. Il résulte de mes expériences que pour une même durée de chauffe, l'altération est bien plus profonde quand il y a présence d'air que quand on fait le vide dans les matras.

---

(1) MAUMENÉ. *Traité sur la fabrication du sucre.* 1876.

(2) *Bulletin de la Société chimique de Paris.* 1876.

Matras privés d'air.		*Matras avec de l'air.*	
Polarisation avant la chauffe.	18.1	Polarisation avant la chauffe.	18.1
— après 30 heures de chauffe . .	18.2	— après 30 heures de chauffe . .	14.3 (*b*)
— après 65 heures de chauffe . .	17.7 (*a*)	— après 65 heures de chauffe . .	5.5 à gauche (*b*).

Tous ces liquides sont restés neutres aux papiers de tournesol; les dissolutions des matras (*a*) (*b*) et (*c*) fournissent les réactions du sucre interverti.

M. Maumené (1) admet que tant que l'action ne dépasse pas la réduction du pouvoir rotatoire à zéro, ou même le maximum d'inversion 38 à gauche, le phénomène chimique se trouve réduit à deux phases : la première est la perte simple du pouvoir rotatoire, qui tombe à zéro par un mouvement moléculaire, sans que la molécule de sucre cesse d'être $C^{12}H^{11}O^{11}$, le sucre devenu optiquement neutre peut encore (M. Maumené le croit sans l'avoir obtenu) redevenir sucre ordinaire avec son pouvoir 100° et sa structure cristalline. Au delà du 0, le sucre s'altère, absorbe de l'eau, etc.

Je pense, contrairement à M. Maumené, que quand le pouvoir rotatoire tombe à zéro, c'est que la dissolution renferme une quantité de sucre interverti qui neutralise la rotation à droite du saccharose restant dans le liquide, car dans toutes mes expériences, chaque fois que la rotation à droite diminuait, je pouvais produire les réactions du sucre interverti qui ne sont pas présentées par le sucre optiquement neutre de M. Maumené.

---

(1) Maumené. *Traité sur la fabrication du sucre.* 1876.

Le rôle de l'air dans l'altération du sucre étant manifeste, j'ai fait quelques essais pour reconnaitre quel était le corps qui provoquait l'altération.

Un ballon de 750^{cc} reçoit 150^{cc} de liquide sucré polarisant 68.8. On scelle à la lampe sans faire bouillir le liquide et on chauffe à 100° (bain d'eau) pendant 99 heures. Le liquide après la chauffe est limpide, fortement coloré en brun et a une réaction acide au papier de tournesol.

Ce liquide décoloré par le noir animal sec polarise 19.8 à gauche.

L'air du ballon avait la composition :

CO^2	5.04
O	10.9
Az	84.07

L'O de l'air a donc disparu en partie pour produire de l'acide carbonique.

Dans une autre expérience, j'ai fait agir de l'oxygène pur, persuadé que l'oxydation serait alors plus active.

Un ballon de 750^{cc} reçoit 150^{cc} dissolution sucrée polarisant 69°5. Il est rempli d'oxygène pur et on le scelle à la lampe.

On chauffe à 100° (bain d'eau) pendant 78 heures. On obtient un liquide limpide fortement coloré en brun, à réaction acide au papier de tournesol.

Le liquide décoloré par le noir animal polarise 15°5 à gauche, distillé en présence d'une faible quantité d'acide sulfurique ne donne pas d'acide formique. Le gaz du ballon renfermait 25 °/o de CO^2. L'altération a donc été plus considérable qu'avec l'air.

Le corps qui intervient activement est donc, comme on pouvait le supposer, l'oxygène.

Ce rôle de l'oxygène a déjà été constaté par M. Malaguti (1) sur des dissolutions sucrées acidulées. On voit que nous avons étendu l'action à des dissolutions neutres.

Pour M. Malaguti, les acides et l'oxygène n'agissent pas sur le sucre de canne, mais bien sur le sucre interverti.

Nous pensons que cette affirmation est trop absolue en ce qui concerne l'oxygène; en nous reportant à une expérience indiquée ci-dessus, nous voyons que la polarisation d'un liquide chauffé pendant 30 heures dans un matras privé d'air n'a pas bougé, tandis que la présence de l'air qui agit par son oxygène a fait tomber la polarisation de 18,1 à 14,3 pour la même durée de chauffe.

Selon nous, l'oxygène agirait directement sur le saccharose, à moins que l'on n'admette que le liquide sucré chauffé pendant un certain temps ne donne naissance à CO^2, grâce à des traces de sucre interverti, acide carbonique qui, à son tour, contribuerait à l'inversion du saccharose.

L'expérience suivante semble ne pas confirmer cette manière de voir : trois matras d'essayeur reçoivent chacun 30^{cc} de liquide sucré polarisant 21°5.

Matras I. — On scelle ce matras sans en expulser l'air.

Matras II. — On fait bouillir le liquide et on scelle à la lampe pendant l'ébullition.

Matras III. — On fait passer un courant de CO^2 pur et on scelle à la lampe pendant que ce gaz passe.

Ces trois matras sont chauffés à 100° (bain d'eau) pendant 40 heures.

	Matras I avec de l'air.	Matras II sans air.	Matras III avec CO^2.
Polarisation primitive . . .	21.5	21.5	21.5
— après la chauffe.	1.5	20.»	4.»

---

(1) *Annales de chimie et de physique*, t. LIX.

On voit que l'interversion a été plus rapide pour le liquide du matras avec de l'air que pour celui avec CO^2. Cette expérience n'ayant été faite qu'une seule fois, je n'oserais pas tirer de conclusions.

CONCLUSIONS.

1. La lumière seule, soit directe, soit diffuse, n'intervertit pas le sucre de canne en dissolution, qu'il y ait présence d'air ou non.

2. L'altération que le saccharose sec éprouve par la chaleur (100°) est due très-probablement à des traces d'eau qui l'imprègnent.

3. L'eau froide n'altère pas le sucre; quand il y a altération, elle est déterminée par le développement de moisissures.

4. La chaleur (100°) provoque l'altération du sucre en dissolution; l'altération est bien moins rapide que ne l'ont annoncé quelques chimistes. L'oxygène de l'air accélère la transformation; l'oxygène est absorbé et il y a formation de CO^2.

Ce travail ayant été exécuté dans le laboratoire de M. le professeur Chevron, à l'Institut agricole de l'État, à Gembloux, je crois de mon devoir de le remercier pour son obligeance et les conseils qu'il n'a cessé de me donner pendant son exécution.

Sur le calcaire dévonien supérieur dans le NE. de l'arrondissement d'Avesnes, lettre de M. J. Gosselet, associé de l'Académie.

Les calcaires de la bande de Rhisnes sont classés aujourd'hui par tous les géologues belges dans le dévonien supérieur (1), mais leur âge exact est encore indéterminé. En 1860, n'y trouvant pas les fossiles caractéristiques du calcaire de Frasnes, ni ceux des schistes de Famenne, je les avais assimilés à la base des psammites du Condroz. Mais depuis longtemps j'ai abandonné cette manière de voir qui ne reposait que sur des faits négatifs. D'autres opinions avaient été émises par MM. Dewalque, Dupont, de La Vallée-Poussin, Malaise; ni l'une ni l'autre ne me paraissaient étayées de preuves suffisantes pour m'y rallier.

Il y a deux ans, après une étude détaillée des calcaires des environs de Philippeville et de ceux du NE. de l'arrondissement d'Avesnes, j'acquis la conviction que ces couches, colorées par Dumont comme calcaire de Givet, appartiennent uniquement à l'assise du calcaire de Frasnes.

Les calcaires du NE. de l'arrondissement d'Avesnes me fournirent une faune fort voisine de celle de Rhisnes, mais intermédiaire cependant entre celle-ci et celle de Frasnes. Quant aux calcaires de Philippeville, ils ont encore plus d'analogie avec ceux de Frasnes, ce qui est en relation avec leur position géographique plus rapprochée de la bande de Frasnes que ne le sont les calcaires d'Avesnes.

---

(1) Sauf le calcaire d'Alvaux. Comme je n'avais pas trouvé de fossiles dans ce calcaire, je l'avais réuni, provisoirement et avec réserve, aux autres calcaires de la bande de Rhisnes.

M. Dewalque, en y signalant le *Strigocephalus Burtini*, a prouvé qu'on devait le rapporter au calcaire de Givet. Il en est de même du poudingue qui lui est inférieur; car M. Dewalque y a aussi rencontré un Strigocéphale. Ce fait confirme mes vues sur les poudingues d'Alvaux et de Wépion. Ils sont de même âge que les calcaires qui les recouvrent immédiatement. Ils représentent un dépôt littoral formé lors de l'envahissement des eaux marines dans le bassin de Namur, à l'époque dévonienne moyenne.

Dans le travail que je présente à l'Académie j'établis par la discussion des fossiles et principalement des Coralliaires, l'analogie des calcaires de Rhisnes et de Frasnes, malgré les grandes différences minéralogiques, stratigraphiques et paléontologiques qui paraissent au premier abord les séparer.

Ces différences dépendent probablement de ce que les conditions de courants et de sédimentation n'étaient pas les mêmes sur le rivage nord et sur le rivage sud du grand bassin devono-carbonifère de Belgique.

— M. P.-J. Van Beneden rend compte verbalement des solennités qui ont eu lieu, le 5 septembre, à l'Université d'Upsal, lors de la célébration du 400^{e} anniversaire de cet établissement. Il fait ressortir l'accueil qu'il a reçu comme délégué de l'Académie et qui résulte, ajoute-t-il, de la grande réputation dont celle-ci jouit à l'étranger.

COMITÉ SECRET.

La classe se constitue ensuite en comité secret pour dresser la liste de présentation des candidatures aux places vacantes, arrêtées par les sections.

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 15 octobre 1877.

M. ALPH. WAUTERS, directeur.
M. LIAGRE, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. J. Roulez, Gachard, P. De Decker, J.-J. Haus, M.-N.-J. Leclercq, Ch. Faider, R. Chalon, Thonissen, Th. Juste, le baron Guillaume, Félix Nève, Alp. Le Roy, A. Wagener, J. Heremans, P. Willems, *membres;* Aug. Scheler, Alph. Rivier, *associés;* Edm. Poullet, F. Loise, J. Stecher, E. Van Bemmel, *correspondants.*

M. Alvin, *président de l'Académie*, et M. Éd. Mailly, *membre de la classe des sciences,* assistent à la séance.

CORRESPONDANCE.

La classe apprend avec un profond sentiment de regret la perte qu'elle a faite en la personne de l'un de ses plus éminents associés, M. Adolphe Thiers, né à Marseille le 16 avril 1797 et décédé le 3 septembre à Saint-Germain-en-Laye, près de Paris.

M. Thiers avait été nommé associé le 10 mai 1865.

— M. le Ministre de l'Intérieur transmet, avec un état récapitulatif, les mémoires et les communications qui lui ont été adressés, avant le 1er septembre dernier, par divers concurrents, en vue de prendre part au deuxième concours Guinard.

— Le même haut fonctionnaire envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, un exemplaire des ouvrages suivants : 1° *Histoire politique et diplomatique de P.-P. Rubens*, par M. Gachard ; 2° *La rivalité de la France et de la Prusse,* par M. Th. Juste ; 3° *l'Église et l'État*, par le chanoine Ferd. Moulart. — Remercîments.

— La Société de l'histoire de France, à Paris, l'Académie de Stanislas, à Nancy, la Société d'histoire, à Gratz, la Commission impériale archéologique de St-Pétersbourg, la Société d'histoire, à Wurzbourg, font parvenir leurs dernières publications.

— L'Académie de Besançon adresse le programme des prix qu'elle décernera en 1878.

— M. J. Nolet de Brauwere van Steeland adresse un exemplaire de son ouvrage intitulé : *Poëzij en Proza* (1874-1877) ;

M. A. Wagener présente un exemplaire de sa brochure intitulée : *Les travaux de M. G. Andresen sur le Dialogus de oratoribus ;*

M. Aug. Scheler offre un exemplaire de ses deux derniers ouvrages : *Aigar et Maurin. Fragments d'une chanson de geste provençale inconnue. — Deux rédactions diverses de la légende de sainte Marguerite, en vers français ;*

M. Stanislas Bormans offre un exemplaire de sa *Généalogie historique de la Famille d'Harscamp ;*

M. Ch. Potvin présente un exemplaire de ses lectures publiées dans la BIBLIOTHÈQUE GILON DE VERVIERS, sous le titre de : *Du gouvernement de soi-même ; les principes ; le devoir ; la vie privée ; la patrie ; le travail et les nations.*

Il offre ensuite, au nom de MM. Félix Brassart de Douai et Peigné-Dèlacourt, d'Amiens, divers ouvrages dont les titres figurent parmi les ouvrages présentés.

M. Thonissen offre, au nom de M. le professeur Nicolas J. Saripolos, d'Athènes, différents ouvrages de jurisprudence. Une notice bibliographique lue à ce sujet par M. Thonissen figure à la page 404.

— La classe renvoie à l'examen les travaux manuscrits suivants :

1° *La littérature allemande au XVII^me^ siècle, sous l'influence de la guerre de Trente ans,* par M. Ferd. Loise. — Commissaires : MM. Stecher, Heremans et Scheler ;

2° *Une page de l'histoire religieuse des Pays-Bas* (1544-1545), *Pierre Brully, successeur de Calvin comme pasteur de l'église française de Strasbourg,* par M Ch. Paillard. — Commissaires : MM. Gachard, Juste et Wauters ;

3° *Sur la nécessité de fonder une nouvelle science : la statistique du droit civil,* par M. Alexandre de Lubavsky, de Viazma (Russie, province de Smolenzka). — Commissaire : M. Thonissen ;

4° *Étude juridique sur la procédure civile au XVII^me^, siècle, d'après les styles des cours échevinales*, par M. P. De Croos, avocat, à Béthune (France). — Commissaires : MM. Rivier, Faider et Leclercq.

ÉLECTIONS.

La classe procède à l'élection des cinq membres parmi lesquels le gouvernement choisira, avec les cinq membres élus par la classe des sciences, le jury chargé de juger la deuxième période du prix Guinard. Cette liste sera envoyée au Ministre de l'Intérieur.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

M. J. Stecher donne lecture de la notice biographique qu'il a consacrée à feu M. J. Grandgagnage, membre de la classe, décédé le 19 février de cette année.

Des remercîments sont votés à M. Stecher pour cette notice qui sera imprimée dans le prochain Annuaire.

— M. Potvin, en offrant les deux nouveaux ouvrages de M. Félix Brassart, de Douai, lit la note suivante :

« Le premier de ces ouvrages : *Le Pas du perron Fée*, est une chronique de la fin du XV^e^ siècle contenant le récit d'un tournoi qui peut être regardé comme le pendant du fameux Pas d'armes de la fontaine des pleurs, tenu par Jacques de Lalaing en 1450. Celui-ci est dû au frère du bon chevalier : Philippe de Lalaing; il avait d'abord été fixé à Bruxelles, à la date du 6 février 1462 (vieux style); il eut lieu à Bruges le 28 avril suivant. M. Brassart attribue ce récit au héraut d'armes Limbourg, et des quatre versions connues, celles d'Arras, de Londres, de M. Blondel d'Aubers et de Paris, il a préféré de publier le texte de ce curieux manuscrit de la Bibliothèque nationale de France, n° 5739, fonds français, qui contient : *Le Banquet de Lille, le Trépas du roi Charles, l'Entrée de Reims et l'Entrée de Paris.*

» Une savante préface est jointe au texte.

» Le second ouvrage a trois volumes, c'est l'*Histoire du château et de la châtellenie de Douai,* deux volumes de texte et un premier fascicule de preuves.

» Après MM. Guilmot, Duchet et Desplanque, qui « n'ont soulevé qu'un coin du voile » selon l'expression d'un rapport présenté à la Société des sciences de Lille, l'auteur ne se contente pas de donner la généalogie des châtelains de Douai; il entreprend l'histoire de l'institution, ou, comme il dit : « l'historique des rapports des officiers féodaux avec une commune grandement privilégiée. »

» Cette partie de l'histoire, peu connue, est ici mise au jour avec une érudition puisée aux sources, dans les archives municipales, dans les fonds d'abbaye et dans les grands dépôts de Paris.

» La Société des sciences de Lille a décerné, en 1876, le prix Wicar à l'auteur de ce livre, et pour en marquer la valeur, le rapport du jury, déjà cité, s'exprime en ces termes : « L'histoire des châtellenies sera désormais un terrain sur lequel les érudits pourront s'exercer sans crainte de s'égarer; ils prendront ce travail pour point de départ et pour guide. »

— M. Thonissen, en offrant à la classe, au nom de l'auteur, la collection des œuvres de M. Saripolos, professeur de droit public et de droit criminel à l'Université d'Athènes, signale particulièrement à l'attention de l'Académie le *Traité du droit constitutionnel de la Grèce*, le *Traité du droit des gens* et le *Traité du droit criminel de la Grèce*, formant ensemble douze volumes in-8°. Tous ces livres, écrits avec une élégante concision, sont au niveau de la science contemporaine et attestent hautement le mérite de l'éminent professeur d'Athènes, qui a été, dans la dernière assemblée constituante, le rapporteur de la commission chargée d'élaborer la charte constitutionnelle de la Grèce.

Ayant été le premier à enseigner le droit public et le droit des gens dans la Grèce moderne, M. Saripolos peut être considéré à juste titre comme le père de ces sciences dans sa patrie. Dans l'accomplissement de sa grande et noble tâche, il a eu bien des efforts à faire et bien des obstacles à surmonter. Il ne devait pas seulement combiner les lois et les traditions de son pays avec les enseignements les plus élevés de la science européenne : il s'est vu littéralement obligé de créer la langue de la science. Les longs siècles d'esclavage qui ont pesé sur la malheureuse patrie de Platon avaient rendu la langue vulgaire presque barbare, et cependant cette langue se montrait, plus que toute autre, hostile à l'admission de mots empruntés à un idiome étranger. Grâce à un travail assidu de trente années, M. Saripolos a triomphé de toutes les résistances. Les termes scientifiques qu'il a proposés ont fini par obtenir l'assentiment de tous.

En jetant un coup d'œil sur les livres de M. Saripolos, mes honorables confrères seront heureux de voir rallumer le flambeau de la science sur une terre privilégiée, où toutes les grandeurs de l'esprit humain eurent jadis des représentants illustres. Aucun ami sincère des lettres ne saurait rester indifférent à la régénération intellectuelle d'un pays qui fut le berceau de la civilisation européenne.

ÉTUDES SUR L'HISTOIRE DU DROIT CRIMINEL DE LA FRANCE ;

par M. J.-J. Thonissen, membre de l'Académie.

I.

Les peines capitales dans la législation mérovingienne.

Malgré les nombreux et remarquables travaux dont les institutions mérovingiennes ont été l'objet, il reste bien des controverses à élucider et bien des lacunes à combler. Sans méconnaître le mérite et le fruit des efforts tentés par une foule de savants justement célèbres, qui ont consacré leurs veilles à l'exploration des annales de cette importante période de l'histoire de la France, il est permis d'affirmer que la science moderne n'a pas dit son dernier mot sur l'organisation sociale des Gaules, aux premiers siècles de la domination des Francs. C'est surtout dans le vaste domaine du droit criminel que le besoin d'études nouvelles et approfondies se fait vivement sentir. L'organisation des tribunaux, la compétence respective des divers magistrats, les formes et la marche de la procédure, à tous les degrés de la hiérarchie judiciaire, ont été examinées et discutées avec un soin minutieux ; mais il s'en faut de beaucoup que les mêmes résultats aient été obtenus pour le droit pénal proprement dit, en d'autres termes, pour la détermination exacte et la classification scientifique des délits et des peines. On a longuement parlé de la perte de la paix, de la vengeance chez les anciens Germains, du *Wergeld*, du *Fredum*, du caractère et du taux des compositions fixées par les lois salique et ripuaire; mais on a très-rapidement glissé sur les peines corporelles et surtout sur les peines capitales. Il en résulte que beaucoup de jurisconsultes se sont formé une idée confuse ou fausse du système de répression adopté par les Francs établis dans les Gaules. Ils s'imaginent que le payement d'une amende qualifiée de composition suffisait toujours pour rendre le repos aux criminels et les rétablir dans l'exercice paisible et régulier de tous leurs droits. Ils ne se doutent guère des nombreuses et importantes exceptions que comportait l'application du système. Ils ignorent que toute une série de supplices, infligés avec une inexorable rigueur, servaient de sanction au droit et répondaient aux exigences de l'ordre public et de la sécurité générale.

Nous allons nous efforcer de dissiper cette erreur et de combler l'une des lacunes que nous venons de signaler, en décrivant et en classant, d'après les documents contemporains, toutes les peines usitées chez les Francs, depuis le jour où ils abandonnèrent les forêts de la Germanie jusqu'à l'avénement de la dynastie carolingienne.

Nous débuterons par la recherche et la détermination des peines capitales (1).

---

(1) Pour prouver à quel point cette intéressante matière réclame de nouvelles recherches et de nouveaux développements, il suffit de citer les faits suivants. Pardessus (*Loi salique,* etc.) consacre à peine une page aux dispositions de la loi salique sur la peine de mort contre les hommes libres (p. 663) Waitz, dans son savant traité intitulé : *Das alte recht der salischen Franken*, en agit de même. Walter, dans sa *Deutsche Rechtsgeschichte*, concentre en un seul paragraphe l'indication et la description

A l'origine des temps historiques de la Germanie, Tacite attribue aux habitants de cette vaste contrée un système de répression dont les bases fondamentales sont exactement celles qui servent d'appui à la législation mérovingienne. Certains crimes d'une gravité exceptionnelle entraînaient la mort du coupable; ils étaient envisagés comme des atteintes directes et immédiates à la sûreté, à l'honneur, à la dignité de la nation. Tous les autres méfaits, quel que fût leur caractère ou leur importance, étaient censés ne produire que des lésions individuelles. Les coupables étaient livrés à la vengeance de la famille offensée, à moins qu'ils ne parvinssent à calmer son ressentiment au moyen d'une « composition » déterminée par la coutume et dont une partie était remise au roi ou à la nation, en leur qualité de garants de la paix reconquise. Parlant des assemblées générales des tribus germaniques, le grand historien romain s'exprime ainsi : « On peut aussi accuser devant ces assemblés et y » déférer les affaires criminelles. La peine est distincte » selon le délit. Les traîtres et les transfuges sont pendus » à un arbre. Les lâches, les poltrons, les prostitués sont » noyés dans la boue d'un marais, une claie par-dessus. » Par cette diversité dans les supplices, ils semblent » témoigner qu'il faut que les crimes s'expient au grand » jour et que les infamies soient ensevelies. Quant aux

---

des peines capitales usitées chez les Germains. M. Du Boys, dans sa remarquable *Histoire du droit criminel chez les peuples modernes,* se borne à parler incidemment du derner supplice dans quelques pages du livre I^{er} de son ouvrage. Grimm (*Rechtsalterthümer*) et Wilda (*Strafrecht der Germanen*) ont, il est vrai, traité plus amplement le sujet; mais ils se sont placés au point de vue des principes généraux de l'ancien droit germanique, sans se préoccuper spécialement des lois et des coutumes des Francs.

» délits moindres, tel est le délit, telle est la peine. Les » coupables paient une amende en chevaux ou en troupeaux ; une partie vient au roi ou à la nation, l'autre » au plaignant ou à ses proches (1). »

Il serait téméraire de s'emparer de ce précieux passage, pour soutenir que la trahison, la désertion à l'ennemi, l'abandon de l'armée et certain genre de prostitution étaient les seuls crimes capitaux connus des Germains. On ne saurait pas, avec plus de raison, en conclure que la pendaison et la noyade étaient les seuls modes d'exécution usités chez ces fières et libres peuplades. L'historien romain ne se proposait pas de dresser le catalogue minutieux des délits et des peines. Il voulait simplement apprendre aux Romains qu'une loi pénale et une justice réglée existaient chez ces Barbares du Nord qui leur inspiraient à la fois tant de mépris et tant de craintes (2). L'importance réelle du passage cité consiste dans la division des infractions en deux grandes catégories, l'une composée de méfaits qui ne pouvaient s'expier que par la mort de leur auteur, l'autre comprenant les délits dont la répression était subordonnée à la volonté des individus lésés ou des membres de leurs familles (1).

---

(1) *De moribus Germanorum*, XII; trad. Nisard. On connaît les nombreuses controverses auxquelles ce texte a donné naissance. Nous croyons que les mots *corpore infames* doivent être pris dans leur sens naturel. D'autres passages de Tacite déterminent clairement le sens de ces mots (*Annales*, I, 73; *Histoires*, IV, 14). Les mots *ignavos* et *imbelles* désignent probablement ceux qui abandonnaient l'armée ou, dans un combat, lâchement préoccupés de leur sûreté personnelle, refusaient de porter secours à leurs compagnons (Voy. Waitz, *Deutsche Verfassungsgeschichte*, t. I, p. 396.) Le fait d'abandonner le bouclier, ce qui n'est pas nécessairement un acte de lâcheté, entraînait l'exclusion des sacrifices et des assemblées (Tacite, *Germ.*, VI).

Voy. encore *Germ.*, XXI.

(2) Wilda, *Strafrecht der Germanen*, p 498.

La même distinction fondamentale continue de subsister chez les Francs établis dans les Gaules. Le rachat du crime au moyen d'une compensation pécuniaire, désignée sous le nom de composition, forme, il est vrai, le caractère distinctif de leur système de répression. Le payement de cette composition met le coupable à l'abri du châtiment, alors même qu'il s'agit d'attentats redoutables, d'incendies volontaires, d'empoisonnements et d'assassinats accompagnés des circonstances les plus graves et les plus odieuses. Mais on se ferait étrangement illusion en supposant que cette règle ne comportait pas d'exception, et que la peine de mort n'existait plus parmi les libres fils des forêts de la Germanie, lorsqu'ils eurent renversé la domination romaine dans les Gaules.

Le texte des lois salique et ripuaire ne laisse aucun doute sur le maintien du dernier supplice dans la législation des Francs.

Les crimes capitaux étaient répartis en deux grandes classes, en ce sens que, pour les uns, la peine de mort était encourue d'une manière absolue, tandis que, pour les autres, le coupable ne perdait la vie que lorsqu'il se trouvait dans l'impossibilité de racheter sa vie au moyen d'une composition.

L'existence des crimes de la première classe résulte à l'évidence des titres XX et XLII de la *Lex emendata.*

Les deux articles qui composent le titre XX sont ainsi

---

(1) Montesquieu (*Esprit des lois*, l. XXX, c. 19) se trompe donc manifestement en disant que les Germains ne connaissaient que deux crimes capitaux, la trahison et la poltronnerie. On en verra plus loin d'autres preuves.

conçus : « Si quelqu'un accuse devant le roi, d'une faute
» légère, un homme innocent, en l'absence de ce dernier,
» l'accusateur sera condamné à payer 2,500 deniers ou
» 62 sous d'or et demi. Si le crime qui a été imputé est
» tel qu'il eût dû entraîner la peine de mort s'il eût été
» prouvé (*unde mori debuisset, si verum fuisset*), l'accu-
» sateur sera condamné à payer 8,000 deniers ou 200 sous
» d'or (1). » L'article 7 du titre XLII ajoute : « Si l'esclave
» est accusé d'un crime grave, à raison duquel un ingénu
» devrait être condamné à payer 1,800 deniers ou 45 sous
» d'or, et si la rigueur de la question lui arrache l'aveu de
» son crime, il sera condamné au dernier supplice (*Capi-
» tali sententia feriatur* (2). »

L'un des plus savants commentateurs de la loi salique, M. Pardessus, restreint arbitrairement le premier de ces textes au crime de haute trahison, contre lequel, au dire de Tacite, la peine de mort était prononcée chez les Germains. Il se fonde sur ce qu'il s'agit d'une accusation *ante regem*. Il ajoute que le titre XX est le seul texte de la loi salique où cette peine soit expressément écrite contre les hommes libres, les édits de Chilpéric, de Chlotaire et de Childebert, qui l'ont étendue à d'autres crimes, étant de la fin du sixième siècle (1).

---

(1) Traduction de M. Peyré. — Je cite ici le texte de la *Lex emandata*. Les manuscrits qui sont censés renfermer la plus ancienne rédaction de la Loi salique (texte publié par Merkel, textes I, II, III de Pardessus) ne renferment pas les mots *de culpis minoribus* et ne font aucune distinction entre l'objet de l'accusation. L'article 2 du titre XX (qui forme le titre XVIII de ces manuscrits) n'y figure pas (voy. Merkel, *Lex salica*, p. 12). Il se peut donc que cet article 2 soit une disposition additionnelle, datant des premiers temps de l'époque mérovingienne ; mais ce doute ne suffit pas pour le faire déclarer étranger à l'ancien droit des Saliens. Nous verrons que la loi salique ne renferme pas toutes les règles obligatoires chez les Francs, et rien ne s'oppose à ce que, même dans l'hypothèse d'une addition plus récente, on y voie une règle omise dans la rédaction primitive et ajoutée dans une rédaction postérieure.

(2) Titre XL, 5, du texte publié par Merkel.

Cette interprétation ne saurait être admise. Le crime de haute trahison n'était pas seul réservé au tribunal du roi et puni du dernier supplice.

Si la haute trahison avait été le seul crime capital connu des Francs saliens établis dans les Gaules, les rédacteurs du texte n'eussent pas manqué de la désigner par son nom. Ils se seraient épargné la peine de chercher une périphrase pour indiquer un méfait unique. Or, loin d'agir de la sorte, ils se servent d'expressions d'une portée incontestablement générale. Après avoir parlé, dans un premier article, d'une accusation *de culpis minoribus*, ils placent au début de l'article suivant les mots : *Si vero tale crimen ei imputaverit, unde mori debuisset, si verum finisset*. Il n'est pas possible de restreindre ces termes à un cas unique. Les mots *tale crimen* supposent clairement l'existence d'un certain nombre de méfaits passibles du dernier supplice.

Il est vrai que ces crimes ne sont pas désignés dans le texte; mais le code que nous possédons sous le titre de *Lex salica* est loin de renfermer toutes les règles qui, même au début de la période mérovingienne, réglaient l'exercice du droit de répression. A côté de la loi écrite, les coutumes nationales subsistaient dans toute leur force; elles aussi formaient la « loi des Francs ». La loi salique elle-même y renvoie à diverses reprises, en ordonnant aux juges de se prononcer, sur les matières qu'elle ne contient pas, *secundum legem salicam* (1). Il suffit de la considérer dans son ensemble pour apercevoir, à l'instant même, de nombreuses et importantes lacunes. Loi d'une nation essentiellement guerrière, elle ne dit pas un mot des crimes qui compromettent l'existence des armées ou amènent leur défaite; code d'un peuple qui possédait au plus haut degré le sentiment de ses droits et de ses prérogatives, elle garde un silence absolu sur de nombreux attentats qui atteignent dans leur source la liberté, la sécurité et le bien-être de la communauté nationale. Ces omissions étaient volontaires, et leur raison n'est pas difficile à trouver. La loi salique laisse de côté tous les crimes qui, comme le meurtre des personnes royales, n'admettaient pas de composition. La répression de ces méfaits, placés au-dessus de toute estimation légale, était réglée par la coutume, et c'est à eux que fait allusion le texte du titre XX de la *Lex emendata*, en parlant de crimes dont les auteurs doivent être mis à mort, *unde mori debent* (2).

---

(1) *Loi salique*, p. 663.

---

(1) Tit. XLIX; tit. LII, 2; tit. LIV ; tit. LX, 1, 2, de la *Lex emendata ;* tit. XLVII; tit. L, 2; tit, LII; tit. XVII, 1, 2 du texte publié par Merkel.

(2) Les preuves de l'existence, chez les Francs, d'une loi coutumière à côté de la loi écrite sont aussi nombreuses que décisives. Les documents connus sous les titres de *Sententia de septem septennis* et *Recapitulatio legis salicæ* (Pardessus, p. 348 et suiv.) indiquent des compositions pour des délits qui ne sont pas indiqués dans le texte de la loi salique. D'autres faits sont cités par Pardessus, p. 416, et par M^lle^ de Lezardière, *Théorie des lois politiques de la monarchie française*, t. I, p. 339.

M. de Savigny a raison de dire que le texte que nous appelons Loi salique n'est qu'une collection très-incomplète où ne sont même pas mentionnées les matières les plus importantes du droit en vigueur chez les Francs saliens. *Histoire du droit romain au moyen âge*, traduction Guenoux, t. I^er^, p. 98.

Les Germains de Clovis et de Chlotaire II connaissaient donc, aussi bien que leurs ancêtres, une espèce de crimes qui ne pouvaient être expiés que par la mort des coupables.

L'existence d'une deuxième classe de crimes capitaux qui pouvaient entraîner le dernier supplice quand leur auteur était hors d'état de payer la composition, est tout aussi clairement attestée par le texte de la loi salique.

Les titres LII et LIII de la *Lex emendata* portent que le grafion ou juge qui refuse d'exercer ses fonctions, sans pouvoir invoquer une excuse légale, ou qui prélève à titre de composition au delà de la somme stipulée par la loi nationale, doit *componere de vita aut se redimere* (1). Le titre LXI, prévoyant le cas d'un meurtrier qui ne peut, par manque de ressources, payer la composition de son crime, décide que, si aucun de ses proches ne paye à sa place, il doit, lui aussi, *componere de vita* (2). L'article 6 du titre XIV applique la même règle à l'affranchi et au lite qui se rendent coupables de rapt d'une femme ingénue (3).

La *Lex emendata* renferme ainsi quatre fois les mots *de vita componat*, deux fois avec l'addition *aut se redimat*, et deux fois sans cette addition.

Il s'agit de fixer la portée juridique des termes *de vita componat*.

On leur attribue généralement le sens de « sera mis à

---

(1) Tit. L et LI du texte publié par Merkel. Dans ce texte, le titre L se termine par les mots *de vita culpabilis esse debet aut quantum valet se redemat ;* tandis que, dans la *Lex emendata*, on lit : *aut se redimat aut de vita componat*. On va voir que les deux expressions ont la même signification juridique.

(2) Tit. LVIII du texte publié par Merkel.

(3) Tit. XIII, 4, du texte publié par Merkel.

» mort, sera puni de mort, payera de sa vie (1). » Cette interprétation n'est pas rigoureusement exacte ; elle dépasse les prévisions des rédacteurs du texte. Il ne s'agit pas ici d'une condamnation capitale directement prononcée et immédiatement exécutable. La condamnation est en quelque sorte éventuelle ; son exécution est subordonnée à une condition, celle du défaut de payement de la composition légale. Le coupable est obligé de racheter sa vie, au moyen d'une somme égale à celle qui aurait été payée si quelqu'un lui avait donné la mort ; il doit, selon l'une des plus anciennes rédactions de la loi salique, *se redimere quantum valet* (2). S'il ne paye pas cette somme, sa vie elle-même sert de composition. Au titre LXI, il est dit, en termes formels, que le meurtrier indigent ne doit mourir que dans le cas où aucun des siens ne consent à le racheter (3). Aux titres LII et LIII, la pensée du législateur est tout aussi clairement rendue par les mots « *aut se redimat* », et l'on ne voit pas pourquoi les termes « *de vita componat* » auraient un autre sens dans l'article 6 du titre XIV (4). Quand les rédacteurs de la loi salique veulent désigner une sentence capitale immédiatement exécutable, en d'autres termes, quand ils infligent la peine de mort absolue et sans restriction, ils se servent d'expressions qui ne laissent aucun doute dans l'esprit du lecteur ; ils disent alors : *capitali sententia feriatur* ou *mori debet* (1). La même distinction est nettement faite dans les Capitulaires dont nous parlerons plus loin, et toute hésitation doit disparaître en présence d'une formule de Marculfe où nous voyons un individu éventuellement condamné à mort aliéner sa liberté, pour se procurer les moyens de racheter sa vie. Le condamné s'exprime ainsi : « *Dum et instigante adversario, fragilitate mea prævalente, in casus graves cecidi, unde mortis periculum incurrere potueram, sed dum vestra pietas me jam morti adjudicatum de pecunia vestra redimistis, vel pro mea scelera res vestras complures dedistis,..... ab hac die de vestro servitio penitus non discedam, sed quicquid reliqui servi vestri faciunt, pro vestro aut agentium vestrorum imperio facere spondeo.* » C'est exactement l'espèce que nous discutons (2).

---

(1) Entre autres M. Peyré, dans sa traduction française de la loi salique. Paris, F. Didot, 1828.

(2) Voy. la note 1 de la page précédente.

(3) *Et si eum nullus suorum per compositionem voluerit redimere, de vita componat.*

(4) C'est encore dans le même sens que l'article 5 du tit. XXXIV de la *Lex emendata* dit : *Si quis hominem noxium ligatum per vim tulerit grafioni, vitam suam redimat.*

Il faut donc bien admettre que, sous le régime de la loi salique, il y avait des cas, non déterminés par la loi écrite, où, même contre les hommes libres, la peine de mort était prononcée d'une manière absolue, et, de plus, au moins quatre cas où elle était comminée à défaut de payement de la composition.

La même classification des crimes capitaux se manifeste dans la loi des Francs ripuaires, dont la rédaction est postérieure à celle de la loi salique et où l'élément germanique a déjà subi, dans une forte proportion, l'influence inévitable du contact de l'élément romain.

---

(1) T. XX, 2, et XLII, 7.

(2) Liv. II, formule XXVIII. Voy. encore la formule LVIII de l'Appendice et la formule CXXXV de Lindenberg.

Ici encore, nous ne saurions accepter l'idée émise par Pardessus. Il admet que l'assassin, hors d'état de payer la composition de son crime, doit être mis à mort ; mais, par une distinction purement arbitraire, il soutient que les coupables dont s'occupent les t. XIV, LII et LIII sont mis sur la même ligne que tous les autres condamnés qui ne payent pas la composition. (*Loi salique,* p. 663 et 664.)

On n'y trouve pas, il est vrai, le texte de la loi salique qui punit de mort l'esclave auteur d'un crime à raison duquel un ingénu est obligé de payer une composition de quarante-cinq sous. On n'y menace pas du dernier supplice le juge qui refuse d'exercer ses fonctions. On n'y dit pas que le meurtrier, incapable de racheter sa vie, sera mis à mort. Mais, malgré ces différences, qui ne concernent que des cas particuliers et dont la dernière est probablement plus apparente que réelle, l'esprit général de la législation concernant la peine capitale présente les mêmes caractères. Plusieurs articles supposent l'existence d'une loi traditionnelle à côté de la loi écrite, et ils nous apprennent que la première de ces lois punissait du gibet des individus qui ne sont pas désignés dans la seconde (1). Un de ces articles défend, en termes généraux, aux juges ordinaires de s'occuper d'accusations capitales dirigées contre des individus qui doivent être jugés au plaid du roi (2). En outre, les mots *de vita componat* s'y rencontrent à diverses reprises. Pour l'esclave qui enlève une femme libre, pour le citoyen qui se rend coupable d'infidélité envers le roi, pour les juges et les fonctionnaires qui reçoivent des présents pouvant influer sur les jugements qu'ils sont appelés à rendre, le texte porte : *de vita componat* (1). Pour celui qui conteste la force obligatoire d'une charte royale encore en vigueur, il se sert des termes : *ne aliunde nisi de vita componat* (2). C'est toujours la division des crimes capitaux en deux grandes classes que nous avons eu soin de signaler dans le texte de la loi salique (3).

---

(1) Tit XXXI; LXIX, 4; LXXIV, 4, 8; LXXXI; XC. Ainsi, au tit. LXXXI, il est dit que la fortune du voleur condamné au gibet du chef de vol passera à ses héritiers, tandis que tous les vols dont s'occupe la loi ripuaire sont simplement punissables d'amende. Cette exécution avait donc lieu en vertu d'une autre loi subsistant en dehors du code.

(2) Tit. LVIII, 19. Pour le sens du mot *alsaccia*, j'ai adopté l'opinion d'Eccard. (Canciani, *Barbarorum leges antiquæ*, t. II, p. 313.)

On voit que, même sous le régime des lois salique et ripuaire, le nombre des crimes capitaux n'était pas si restreint que l'ont supposé les jurisconsultes et les historiens égarés par une lecture superficielle de ces deux codes célèbres.

Le nombre de ces crimes s'accrut encore sous le régime des Capitulaires de l'époque mérovingienne.

Une disposition additionnelle à la loi salique, souvent attribuée à Clovis et qui a pour but de fortifier le respect dû à l'autorité paternelle, punit de mort les ravisseurs et ceux qui déterminent le fils ou la fille d'un autre à se marier sans l'assentiment de ses parents; elle statue que les auteurs d'un rapt ne seront plus admis à se libérer au moyen d'une composition (4). Une autre disposition additionnelle, qu'on suppose émanée de la même source, ordonne de faire mourir sur la roue l'esclave qui épouse une femme ingénue (1). Childebert I^{er}, par un décret porté vers 550, ordonne de mettre à mort celui qui détache du gibet un condamné encore vivant, à moins qu'ils ne se rachète au moyen d'une composition de deux cents sous d'or (2). Chilpéric, roi de Neustrie, dans un édit rendu vers 574, ordonne de livrer l'esclave, auteur du meurtre d'un ingénu, aux parents de sa victime, « pour être traité comme ils l'entendent » ; il met hors la loi et donne à tous ses sujets le droit de tuer les bandits (*mali homines*) qui n'ont ni feu ni lieu (3).

---

(1) Tit. XXXVI, 7 ; LXXI, 1; XC.

(2) Tit. LXII, 7.

(3) Nous croyons que, dans la loi ripuaire, les mots *de vita componat* ont la même signification que dans la loi salique. On pourrait objecter que l'article 1er du titre LXXI, qui renferme ces mots, prononce en même temps la confiscation des biens. Comment, dira-t-on peut-être, pouvait-il racheter sa vie, après la confiscation universelle de ses biens? La réponse serait facile. Ce condamné se trouvait exactement dans la position de celui qui est censé parler dans la formule de Marculfe citée ci-dessus, p. 416.

Grégoire de Tours, *Historia Francorum*, VI, 8, parle d'un voleur conduit au gibet.

(4) Pertz, *Legum* t. II, p. 3. — Pardessus, *Loi salique*, *Capita extravagantia*, VI, p. 330.

Les successeurs de ces princes entrèrent dans la même voie.

Un pacte conclu en 593, entre Childebert II, roi d'Austrasie et de Bourgogne, et Chlotaire II, roi de Soissons, menace de la peine de mort les voleurs qui n'ont pas de quoi se racheter et assimile aux voleurs les citoyens qui, à l'insu du juge, transigent avec eux ou cachent leurs méfaits (1). Un décret de Chlotaire II, promulgué peu de temps après, pour assurer l'exécution de ce pacte dans les terres placées sous sa domination, soumet à l'obligation de racheter leur vie (*de vita componant*) les complices des voleurs, ceux qui transigent clandestinement avec eux, qui leur fournissent un asile ou récèlent le produit de leurs méfaits dans une maison fermée à clef; il prononce la peine de mort contre le juge qui enfreint ces dispositions dans l'exercice du droit de punir (*vitæ incurrat periculum*) (2). Un édit du même prince, promulgué dans le concile tenu à Paris en 614, inflige la peine de mort (*capitali sententia feriantur*) à ceux qui épousent une religieuse vierge ou veuve, sans distinguer entre le cas où elle est dans un monastère et celui où elle demeure dans sa propre maison; il menace du même supplice le juge qui ne tiendra pas la main à l'exécution de l'édit (*in ipsum capitali sententia judicetur*) (1). Une loi de Childebert II, du 29 février 596, range au nombre des crimes capitaux la prévarication du juge qui relâche un voleur, le rapt, le vol, le meurtre volontaire, l'union incestueuse du fils avec la femme de son père (2); elle renferme cette étrange disposition que le juge qui consent à admettre au Mâl un *farfalius* s'expose à perdre la vie (1). Un capitulaire de date incertaine, dont l'authenticité est loin d'être démontrée, mais qu'il convient de citer comme un indice de l'esprit du temps, prive du droit d'asile dans les églises les homicides « qui doivent mourir selon les prescriptions des lois »; il assimile aux homicides ceux qui troublent un citoyen dans la paisible possession d'un enfant qu'il a recueilli, par charité, à la porte d'une église où cet enfant était exposé et abandonné à la pitié des passants ; il assimile aux voleurs ceux qui leur fournissent un asile ; il modifie la législation sur le vol en ce sens qu'il frappe le premier délit de la perte d'un œil, le second de la perte de la main, le troisième de la perte de la vie (2).

---

(1) Pertz, *Ibid.*, p. 3. — Pardessus, *Capita extravagantia*, t. V, p. 330.

(2) Chap. 8. Pertz, *Legum* t. II, p. 8. Pardessus conteste l'attribution de ce décret à Childebert (*Loi salique*, p. 432). Il appartient en tous cas à l'un des premiers successeurs de Clovis.

On trouvera plus loin l'examen du titre LXIX de la *Lex emendata*.

(3) Pertz, *Legum* t. II, p. 10. — Pardessus, *Diplomata*, I, n° 174. — Laferrière (*Histoire du droit français*, t. III, p. 240) pretend que cet édit, porté à l'occasion de l'envahissement des domaines que Sigebert, roi d'Austrasie, possédait dans la Touraine et le Poitou, ne reçut pas d'exécution, parce que, la même année, Chilpéric fut forcé de restituer les provinces envahies. Les raisons qu'il allègue à l'appui de cette opinion ne sont pas décisives. Les articles 3 et suivants de l'édit ont une portée générale.

---

(1) *Pactus pro tenore pacis*, etc., Chap. I, II, III. Pertz, *Legum* t. I, p. 7. Comp. les chap. VII et VIII du décret de Childebert II, de 595, et le chap. XXII de l'édit de Chlotaire II, de 614. Pertz (*Legum* t. I, p. 7, 10 15). Voy. aussi le t. LXVI, 1, du manuscrit de la loi salique dit de Munich (Pardessus, p. 217). — La formule LVIII de l'Appendice de Marculfe se réfère à un voleur de chevaux qui aliène sa liberté au profit de celui qui lui a fourni la somme nécessaire au rachat de sa vie.

Le titre de la convention (*Pactus*) ne désigne pas ici un traité pour terminer une guerre ou faire une alliance politique; c'est, comme l'a dit Pardessus, une loi rédigée en commun pour le maintien de la paix publique dans les États limitrophes des deux rois (*Loi salique*, p. 435).

(2) Chap. II, V. X. Pertz, *Legum* t. I, p. 11. La comparaison des chap. I et V suffit pour prouver qu'il s'agit à la fois de ceux qui recèlent les choses volées et de ceux qui fournissent un asile aux voleurs. Ces derniers étaient déjà assimilés aux voleurs par le titre LXXX de la loi ripuaire. La règle se trouve reproduite dans un capitulaire de date incertaine, cité ci-après, p. 422 Comp. le manuscrit de la loi salique dit de Munich, t. LXXIV (Pardessus, p. 218).

---

(1) Chap. XVIII et XXIV. Pertz, *Legum* t. I, p. 15. La constitution de Chlotaire Ier, de 590 (Pertz, *ibid.*, p. 2), renferme déjà la défense d'épouser des religieuses, mais n'indique pas de sanction pénale. — L'édit de Chlotaire II, après avoir prononcé la peine de mort, ajoute que, si la religieuse a consenti à épouser son ravisseur et que le mariage ait été célébré par un prêtre ignorant l'existence de l'obstacle, les époux seront séparément envoyés en exil et que leurs biens passeront à leurs héritiers.

(2) Chap. II, IV, V, VII. Pertz, *ibid.*, p. 8.

Le texte du chap. V concernant les meurtriers est difficile à expliquer. Il renferme une véritable contradiction dans ses termes. Il dit d'abord que le meurtrier volontaire commet un crime capital qui ne peut être racheté par aucun prix de rédemption; puis, immédiatement après, il ajoute que, s'il est raisonnable d'en venir à un payement, aucun des parents du coupable ne pourra payer à sa décharge. Comme, sous le régime de la loi salique, le meurtrier, hors d'état de payer la composition, était déjà mis à mort (voy. ci-dessus, p. 414), on peut dire qu'il est peu probable que Childebert n'ait eu d'autre but que de rappeler cette disposition; mais, d'autre part, il existe des formules qui traitent expressément de transactions conclues à raison d'homicides. (Voy. la formule XVIII du liv. II et la formule XXIII de l'Appendice de Marculfe, la formule XXXIX de Sirmond, la formule VIII de Bignon etc.)

Le texte relatif au rapt n'est pas non plus exempt d'obscurité. Si le coupable se réfugie dans une église, il doit être livré par l'évêque et envoyé en exil. Si la femme a fini par donner son assentiment au rapt, elle doit également, dans ce cas, être envoyée en exil. S'ils ne se sont pas réfugiés à l'église, la femme qui a fini par consentir est, de même que le ravisseur, mise à mort.

Quant au vol, le chap. VII s'écarte du pacte de 595, en ce sens qu'il n'y est pas question du rachat de la vie. Il est cependant difficile de croire que le vol fût, dans tous les cas, puni de mort.

Enfin, à l'égard de l'inceste, le chap. II punit de la confiscation des biens les unions entre beau-frère et belle-sœur, tante et neveu.

Ces lois et ces édits, qui modifient le texte des lois salique et ripuaire, ou y ajoutent des dispositions nouvelles, méritent d'autant plus l'attention du jurisconsulte, que celles de leurs dispositions qui, à l'origine, ne concernaient qu'une partie de l'empire des Francs acquéraient, presque toujours, par la force des choses, le caractère de loi générale. Les mêmes besoins appelant les mêmes remèdes au sein de populations unies par la triple communauté de l'origine, des souvenirs et des intérêts, les règles essentielles suivies dans une partie de l'empire étaient bientôt adoptées dans les provinces voisines ; elles prenaient successivement place au *Livre des lois* (*liber legum, liber legalis*), dont les comtes de l'époque mérovingienne se servaient dans l'administration de la justice (1). Le mouvement était d'autant plus naturel que, très-souvent, les Capitulaires ne faisaient que donner la sanction législative à des usages déjà consacrés par la jurisprudence (2).

---

(1) Chap. VI. Quel est le sens du mot *farfalius?* Les commentateurs et les linguistes sont loin de se trouver d'accord. M. Davoud-Oghlou (*Histoire de la législation des anciens Germains*, t. Ier, p. 575) prétend que le mot *farfalius* désigne l'avocat romain. La supposition est ingénieuse. Tacite, en effet, nous apprend que les Germains haïssaient les avocats. Florus (liv. VI, c. 17) rapporte qu'après la défaite de Varus, ils mutilèrent cruellement les Romains qui exerçaient la profession d'avocat. Ils coupèrent la langue à plusieurs d'entre eux, en leur disant : « Vipère, cesse de siffler ! » La loi des Goths, malgré les nombreux emprunts qu'elle avait faits aux lois romaines, portait que les juges devaient chasser de l'audience et condamner à une amende de dix sous d'or celui qui s'aviserait de faire le patron (Liv. II, tit. II, c. 2). Mais ces faits ne suffisent pas pour autoriser la traduction de *farfalius* par *avocat.* Gengler (*Germanische Rechtsdenkmäler*, p 589) est d'avis que ce mot servait à désigner ceux qui troublaient la paix pendant la réunion du tribunal et cherchaient à exercer, par des démonstrations illégales, une influence coupable sur l'esprit des juges.

(2) Walter, *Corpus juris germanici antiqui*, t. II, pp. 24 et suiv. Des doutes sérieux existent au sujet de l'authenticité de ce capitulaire. Pertz ne l'a pas reproduit dans son recueil.

Aussi ne faut-il pas s'imaginer que les crimes cités étaient les seuls que le droit mérovingien réprimait par le dernier supplice. Nous sommes loin de posséder tous les documents législatifs du temps, et les sources historiques ne sont pas assez abondantes pour nous fournir le moyen de dresser la liste exacte et complète des méfaits qui, depuis l'invasion des Francs jusqu'à l'avénement de la dynastie carolingienne, avaient pour sanction directe ou éventuelle la mort de leurs auteurs. Nous pouvons, toutefois, sans avoir à redouter le reproche d'exagération, ajouter aux crimes cités la trahison (1), la désertion (2), l'infidélité dans l'exercice des fonctions conférées par le roi (3), la révolte (4), les maléfices et les enchantements dirigés contre la vie d'autrui (5), le sacrilége (6), l'adultère (7), la chasse dans les forêts royales (8) et le crime de lèse-majesté. Ce dernier crime avait pris sous les Mérovingiens les larges et redoutables proportions que lui avaient attribuées les séides du césarisme romain. Pour devenir passible du dernier supplice, il n'était pas requis qu'on eût commis un attentat contre la personne du roi ou qu'on eût reconnu l'usurpateur du trône. L'accusation ne connaissait pas ces étroites limites. Agir contre les intérêts du roi, prendre part à une négociation contraire à la dynastie régnante, manquer de respect envers le chef de la nation, parler de la reine avec irrévérence : tous ces actes constituaient le crime de lèse-majesté et avaient pour conséquence le supplice du coupable (1).

---

(1) Pour le *Livre des lois*, voy. Laferrière, *Histoire du droit français*, t. III, pp. 58 et 259. Pardessus, Préface de la *Loi salique*, p. XI, n° 3.

(2) On en trouve un remarquable exemple en matière de vol Plusieurs années avant le pacte de 593, qui fait du vol un crime capital, Grégoire de Tours nous montre un voleur conduit au gibet pour expier ses soustractions frauduleuses (*Histoire des Francs*, l. VI, 8).

---

(1) Déjà les anciens Germains retranchaient les jours du traître. (Tacite, *de vita ac mor. Germ*, XII). — La loi des ripuaires, tit. LXXI, range l'infidélité envers le roi au nombre des crimes capitaux. Grégoire de Tours dit que Gontran-Boson fut condamné à mort parce qu'il s'était rendu coupable de plusieurs trahisons (l. IX, 10).

(2) Il n'est pas possible de supposer que les Francs, nation essentiellement guerrière, eussent abandonné, sous ce rapport, les traditions de leurs ancêtres. Voy. Tacite, *ibid.*

(3) Grégoire de Tours, liv. VIII, 11; liv. IX, 10, 28; l. X, 19. Loi des ripuaires, loc. cit. *Gesta Dagoberti*, c. XXI; ap. D. Bouquet, t. II, p. 585.

(4) Grégoire de Tours rapporte plusieurs exemples de révoltés mis à mort.

(5) Grégoire de Tours, l. VI, 35.

(6) Grégoire de Tours dit expressément que le sacrilége était puni de mort (l. X, 16; l. VI, 10). — Déjà avant le christianisme, il avait ce caractère chez les peuples germaniques. La loi des Frisons (*Add.* III, t. XII) renferme ce texte remarquable: *Qui fanum effregerit, et ibi aliquid de sacris tulerit, ducitur ad mare et ibi in sabulo, quod accessus maris operire solet, finduntur aures ejus et castratur et immolatur diis, quorum templa violaverit.*

(7) Grégoire de Tours, l. V, 33; VI, 36.

(8) Grégoire de Tours, l. X, 10.

Nous croyons avoir suffisamment prouvé que, malgré le système général des « compositions », la peine de mort était loin de constituer une rare exception chez les conquérants des Gaules.

Voyons maintenant quels étaient les modes d'exécution usités sous le règne des Mérovingiens.

Ici encore, la pénurie de documents contemporains ne nous permet pas de répondre avec toute la précision désirable. Les Capitulaires de l'époque mérovingienne n'indiquent pas, en parlant des crimes capitaux, le genre de mort que doit subir le coupable; ils sont rédigés de manière à faire supposer qu'on voulait laisser aux juges la liberté de choisir entre les divers supplices admis dans le droit national. Les termes dont ils se servent pour désigner la peine capitale sont indécis et vagues : *capitali sententia feriatur, vitæ periculo feriatur, vitæ incurrat periculum, de vita componat, vitæ periculum sustineat, vitam suam amittat, judex eum occidat, pereat, in ipsum capitali sententia indicetur, occidatur.* Trois fois seulement le genre du supplice se trouve nettement désigné à côté de l'infraction. La loi ripuaire attribue aux héritiers légitimes la succession du voleur pendu pour vol (2); une disposition additionnelle à la loi salique décide que l'esclave qui épouse une femme libre doit mourir sur la roue (1), et un décret de Childebert, de 595, parlant du voleur, autre qu'un Franc, saisi sur le fait, porte : *in loco pendatur* (2).

---

(1) Grégoire de Tours, l. V, 17, 27, 40 ; VI, 37; VIII, 11, 29; l. IX, 13, 14, 28; l. X, 18, 19.

(2) Tit. LXXXI.

Cependant, en consultant le droit primitif des autres peuples germaniques et en combinant ses prescriptions avec les rares témoignages historiques parvenus jusqu'à nous, on arrive à cette conclusion que, sous la dynastie mérovingienne, les modes d'exécution étaient au nombre de cinq : le glaive, la pendaison, la roue, le bûcher et la lapidation.

La mort par le glaive était en même temps le moins douloureux et le moins flétrissant des supplices. Grimm suppose que, dans les temps primitifs de la Germanie, le condamné mettait le cou sur un billot, que l'un des assistants y appliquait le tranchant d'une hache, et que l'exécuteur enfonçait cette hache à l'aide d'un marteau (3). Rien ne permet de supposer que les Francs aient introduit ce procédé barbare dans les Gaules. La décollation s'y faisait par le glaive; mais on avait aussi parfois recours à la hache (4). Les expressions ordinairement employées par les historiens sont : *gladio interficere*, *gladio occidere*, *gladio trucidare*, *gladii interfectione prostrare*, *capite plectere*, *caput abscindere*, *decollare*, *decidere cervicem*, *detrun-*

---

(1) Pardessus, *Loi salique*, *Capita extravagantia*, t. V. Pertz, *Legum* t. II, p. 3.

(2) Décret de Childebert de 596, chap. II, IV, VI, VII, VIII. Pacte de Childebert et de Chlotaire, chap. I, II. Édit de Chlotaire II de 595, chap. II et V. Loi salique, XLII, 7.

(3) *Rechtsalterthümer*, p 689.

(4) Grégoire de Tours nous montre le roi Gontran menaçant de faire tomber sous la hache la tête de ceux qui mépriseront ses commandements (l. VIII, 30).

care (1). Les premiers de ces termes peuvent s'appliquer aussi bien à l'égorgement qu'à l'action de trancher la tête; mais les quatre derniers désignent clairement la décapitation (2). Il se peut que la tête fût quelquefois exposée sur un poteau; mais le passage de Grégoire de Tours, invoqué par Grimm pour attester l'existence de cet usage chez les Germains, est loin d'avoir la portée qu'il lui attribue. Si les Bourguignons mirent la tête de Chlodomir au haut d'une perche, c'était uniquement pour montrer aux Francs que l'ennemi de Gondomar avait perdu la vie (3). Le savant philologue allemand eût pu invoquer avec plus de raison le passage de la loi salique qui punit d'une amende de quinze sous d'or celui qui, sans la permission du juge, enlève une tête humaine du poteau où l'ennemi du mort l'a placée (4); mais ce texte même est loin de fournir un argument décisif. Tuer un meurtrier par vengeance était un acte licite, aussi longtemps qu'on n'avait ni demandé ni accepté de composition; mais l'auteur de cet homicide, à la différence de l'assassin ordinaire, était tenu d'avouer son action, de rendre le public témoin de sa conduite, et l'exposition de la tête de la victime n'avait pas d'autre but (5).

---

(1) Grégoire de Tours, l. II, 3, 25; III, 23, 35; V, 19; VI, 35; VII, 46; X, 21. Frédégaire, c. XLIV (D. Bouquet, t II, p. 431). *Vita S. Leodigarii*, c. XII (D. Bouquet, t. II, p 619).

(2) On aurait tort de voir un supplice légal dans les lignes où Grégoire de Tours raconte le supplice de Leudaste : « Par ordre de la reine (Fré- » dégonde), on le coucha par terre sur le dos, et lui ayant mis sous la » nuque une énorme barre de fer, on le frappa sur la gorge, et il finit » ainsi, par une juste mort, une vie tissue de perfidies. » (L. VI, 32.)

(3) Grégoire de Tours, III, 6.

(4) T. LXIX, 3.

(5) Pardessus, p. 658. — Chez les Francs ripuaires, le corps devait être élevé sur une claie, au milieu d'un carrefour. (Loi ripuaire, t. LXXIX, 1.)

La pendaison, réputée plus flétrissante que la mort par le glaive, ne s'opérait pas, chez les anciens Germains, avec l'appareil qui la caractérisait, vers la fin du moyen âge, chez toutes les nations chrétiennes. Ils pendaient le condamné aux branches d'un arbre ou au haut d'un poteau, et, pour l'étrangler, ils se servaient, au lieu d'une corde de chanvre, de rameaux de bois flexible, principalement de chêne et de saule. Ils s'éloignaient encore des usages modernes pour un détail essentiel. Ils avaient soin de serrer faiblement le nœud coulant, afin de faire mourir le supplicié aussi lentement que possible. Le cadavre restait suspendu à la branche, en signe d'ignominie et pour servir d'exemple (1).

Il paraît que les Francs, malgré leur conversion au christianisme, n'avaient pas adouci la rigueur de ce supplice. Le titre LXIX de la *Lex emendata* punit d'une amende de cent sous d'or celui qui détache du gibet un homme encore vivant (2); un édit que Pertz attribue à

---

(1) Wilda, *Strafrecht der Germanen*, p. 501. Grimm, *Rechtalterthümer*, p. 683. *Vita S. Eligii*, citée à la note suivante.

(2) L'art. 1er du t. LXIX de la *Lex emendata* punit d'une amende de 45 sous celui qui, sans la permission du juge, détache un cadavre *de furca* vel *bargo*. L'art. 4 du même titre porte l'amende à 100 sous, si l'homme est encore vivant.— Pardessus croit que le premier de ces textes se réfère à l'exposition du cadavre d'un homme dont l'assassin n'est pas connu (t. IX de ses *Capita extravagantia*, p. 332), et il suppose que l'art. 4 s'occupe d'une espèce de question dont parle Grégoire de Tours (l. V, c. 50). L'enlèvement du cadavre d'un supplicié serait ainsi puni par l'art. 2 (*Loi salique*, pp. 403 et 404). Nous ne saurions admettre cette interprétation. L'art. 4 s'occupe incontestablement du corps d'un condamné à mort, puisque l'une des dispositions additionnelles à la loi salique attribuée à Childebert Ier, prévoyant le même cas, mais renforçant la peine, porte que si le coupable ne paye pas 200 sous d'or, il devra mourir à la place de l'individu qu'il a délivré. Pardessus lui-même a reproduit cette

Childebert Ier, porte que l'auteur de ce délit devra mourir à la place du condamné qu'il a délivré, à moins qu'il ne rachète sa vie (1), et Grégoire de Tours raconte l'histoire d'un voleur pendu à un poteau, qui échappa à la mort, parce que les chaînes et le bois s'étaient rompus après l'éloignement des assistants (2). C'était donc bien réellement le mode d'exécution usité chez les Germains que, du moins pour ses parties essentielles, les vainqueurs des Romains avaient introduit dans les Gaules. Il semble toutefois que, dès la première période de leur domination, le gibet fût préféré à l'arbre, et que les ramaux flexibles furent

---

disposition (*Capita extravagantia*, XX). Tout le système d'interprétation que nous repoussons croûle par ce seul fait. Il n'est, d'ailleurs, pas possible de donner au mot *furca* de l'art 1er une signification entièrement différente de celle qu'il aurait dans l'art. 4 du même titre. Il est bien plus simple de voir dans l'art. 2 le cas de l'enlèvement d'un corps exposé par celui qui prétend avoir exercé une vengeance légitime. Ordinairement le meurtrier exposait la tête (art. 3 du t. LXIX); mais un récit de Grégoire de Tours prouve que l'auteur de l'homicide suspendait aussi le cadavre aux branches d'un arbre. Chrammisinde agit ainsi avec le corps de Sigebert (Grégoire de Tours, l. IX, 19). Un passage de la Vie de S. Éloi, écrite par S. Ouen et datant de la première moitié du septième siècle (l. I, c. 31), est de nature à dissiper tous les doutes au sujet du sens que présente ici le mot *bargus*. L'hagiographe dit : « *Apud regem obtinuerat, ut omnia humana corpora quæ..... judicum censura perimebantur, ubicumque invenire potuisset, sive per civitates sive per villas, licentiam haberet et de bargis et ex rotis et de laqueis sepelire.* » *Specilegium* d'Acheri, T. II, p. 87 (édit in-f°).

Il reste, il est vrai, à expliquer pourquoi, dans l'art. 2 du t. LXIX, l'amende est de trente sous, tandis qu'elle n'est que de 15 sous dans l'art. 3. Mais ce n'est pas là l'unique difficulté que fasse surgir l'interprétation du texte de la loi salique.

(1) Voy. ci-dessus, p. 419.

(2) Un seul prêtre était resté en prière. Grégoire de Tours, avec sa crédulité ordinaire, transforme le fait en miracle (l. VI, 8).

remplacés par des cordes ou des chaînes (1). La loi salique désigne l'instrument du supplice sous les noms de *bargus* et de *furca* (2); mais les mots *patibulo condemnare* se rencontrent fréquemment dans les auteurs contemporains (3), et rien ne permet de supposer, avec les criminalistes français du dix-huitième siècle, que la mort par la corde ne fut jamais, dans les premiers siècles de la monarchie, infligée aux femmes. Une femme, coupable d'adultère, subit cette peine sous le règne de Chilpéric (4).

Le supplice de la roue est fréquemment mentionné par les chroniqueurs et les hagiographes des premiers siècles du moyen âge. Grégoire de Tours rapporte que Grindion, complice de la révolte de Mérovée, fils de Chilpéric, fut condamné au supplice de la roue : *adprehensum*, *intextum rotæ, in sublime sustulerunt* (5). Le même historien, parlant des châtiments que la reine Frédégonde fit subir à des femmes de Paris, soupçonnées d'avoir fait périr par des maléfices le jeune fils de Chilpéric I^er^, se sert de l'expression suivante : *alias rotis, ossibus confractis, innectit* (1). S. Ouen, dans la Vie de saint Eloi, raconte que ce pieux ministre obtint du roi Dagobert l'autorisation d'enlever des poteaux et des roues les corps des suppliciés et de leur procurer une sépulture décente (2).

---

(1) Grégoire de Tours, VI, 8. Passage de la Vie de S. Éloi, cité ci-dessus p 429.

(2) T. LXIX, 1, 4.

(3) Voy. notamment Grégoire de Tours, III, 15; VII, 47. D'autres expressions employées par les auteurs contemporains pour désigner la pendaison sont : *laqueo vitam finire*, *pendere*, *laqueo suspendere*, *ad pendendum deducere* (Grégoire de Tours, V, 33 ; VI, 8). Décret de Childebert de 595, c. VIII. Loi ripuaire, t. LXXIX. *Vita S. Leodigarii*, c. XIV ; ap. Bouquet, t. II, p. 621).

(4) Grégoire de Tours, l V, 33. — Jousse (*Traité de la justice criminelle de France*, t. I, p. 46) réfute l'opinion de ceux qui prétendaient que le premier exemple de la pendaison d'une femme avait eu lieu en 1449. Il cite une femme nommée Epilingue, pendue en 898, pour avoir voulu empoisonner le roi. On vient de voir qu'il aurait pu remonter beaucoup plus haut.

(5) L. V, 19.

Mais comment ce supplice était-il exécuté chez les Francs établis dans les Gaules?

En Allemagne, le corps du condamné était broyé au moyen d'une roue, puis jeté sur cette roue, les membres « tressés » entre les rayons, et exposé au haut d'un poteau ou d'un échafaud (3). En France, au contraire, au moins dans les temps modernes, le patient était lié sur une croix de Saint-André placée horizontalement sur un échafaud; le bourreau, armé d'une barre de fer, rompait les os à toutes les jointures du corps et terminait cette horrible opération par deux ou trois coups sur la poitrine. Le cadavre était ensuite exposé sur une roue tournant sur un pivot à l'un des coins de l'échafaud, et le bourreau avait soin de replier les membres brisés (4).

Un savant criminaliste du dix-huitième siècle a prétendu que ce dernier mode d'exécution ne datait que du règne de Henri IV. « Il y a, dit-il, des endroits, comme en Alle-» magne, où l'on roue avec la roue; mais... dès le » règne de Henri IV on changea ce supplice (5). » Il est difficile d'admettre cette opinion pour ce qui concerne la pratique suivie sous les prédécesseurs de Charlemagne. Les paroles citées de Grégoire de Tours sont de nature à faire supposer que, dès le sixième siècle, les membres du patient étaient brisés par l'exécuteur et non broyés sous le poids d'une roue. Grimm se trompe, à son tour, en affirmant que, chez les peuples germaniques, le supplice de la roue n'existait que pour les hommes (1). On agissait ainsi dans les temps modernes; mais l'exemple des sorcières exécutées sous le règne de Chilpéric I^er^ prouve que les justiciers des Francs ne connaissaient pas ces scrupules. Il est inutile d'ajouter que le corps du condamné « rompu » était, comme le corps du pendu, exposé aux regards de ses concitoyens et livré à la voracité des oiseaux de proie (2).

---

(1) L. VI, 35.

(2) *Vita sancti Eligii. Specilegium* d'Acheri, t. II, p. 87.

(3) Grimm, *Rechtsalterthümer*, p 688.

(4) Rousseaud de la Combe, *Matières criminelles*, p. 11, 4e édit. Jousse, *Traité de la justice criminelle*, t. Ier. p. 43. Saint-Edme, *Dictionnaire de la pénalité*, vis *Rompu vif.*

(5) Rousseaud de la Combe, *loc, cit.*

La lapidation n'est pas mentionnée dans les monuments législatifs de la période mérovingienne; mais il n'en est pas moins certain que cet antique supplice, connu de tous les peuples d'origine germanique, figurait parmi les peines légales des Francs (1). Grégoire de Tours la désigne par l'expression *lapidibus obruere, lapidibus urgere, lapidare* (2). Le patient était lié à une colonne, à un poteau, à un tronc d'arbre, et les assistants lui jetaient des pierres. Chilpéric I^er^ donna l'ordre de lapider un grand nombre de soldats qui s'étaient soulevés contre lui (3). Gontran, fils de Chlotaire I^er^, fit attacher à un poteau et lapider son chambellan Chaudon, qui avait osé tuer un buffle dans une forêt royale (4). L'auteur de la chronique attribuée à Frédégaire reproche à Brunehault d'avoir fait lapider saint Didier (5). Dans la Vie anonyme de saint Léger, on voit les serviteurs d'Ébroïn lapider Guérin, après l'avoir attaché à un tronc d'arbre (6). La lapidation était le supplice favori du peuple en révolte; il l'infligeait aux grands, clercs ou séculiers, qui avaient encouru sa colère, et, sous ce rapport, elle offrait chez les Francs plus d'un rapport avec l'antique jugement de zèle usité chez les Hébreux (7). Ce fut ainsi que les habitants de Trèves saisirent Parthenius, lui coupèrent les mains et le lapidèrent contre une colonne, parce que, sous le règne de Théodebert, il avait imposé de lourds tributs au peuple (1).

---

(1) P. 689.

(2) Grimm, p. 688, suppose que, dans les temps primitifs, les membres des condamnés étaient broyés sous les roues d'un chariot lourdement chargé. La supposition est admissible et donne l'explication de l'emploi de la roue dans l'exécution des peines capitales; mais il n'est pas possible de voir une preuve quelconque dans le passage de Grégoire de Tours, que le savant allemand cite à l'appui de son opinion. L'historien des Francs, parlant de massacres commis par les Thuringiens, s'exprime ainsi : « Ils » suspendirent les enfants aux arbres par le nerf de la cuisse, firent périr » d'une mort cruelle plus de cent jeunes filles, les liant au cou de chevaux » qu'on forçait, à coups d'aiguillons, à s'écarter chacun de son côté, en » sorte qu'elles furent déchirées en pièces; d'autres furent étendues sur » les ornières des chemins et clouées en terre avec des pieux ; puis on » faisait passer sur elles des chariots chargés, et leurs os ainsi brisés, ils » les laissaient pour servir de pâture aux chiens (III, 7). » Il est évident qu'il ne s'agit pas ici de supplices légaux

---

(1) Les lois des Anglo-Saxons faisaient de la lapidation le supplice de l'esclave voleur. (Davoud-Oghlou, *Histoire de la législation des anciens Germains*. t II, pp. 382 et 693). Voy., pour les Germains septentrionaux, Grimm, *Rechtsalterthümer*, p 693, et Wilda, *Strafrecht der Germanen*, p. 505.

(2) Voy. l. V. 19, et les notes suivantes. Au chap. 1 du l. II, il emploie le mot *lapidare*.

(3) Grégoire de Tours, l. IV, 50.

(4) *Ibid.*, l. X, 10.

(5) C. XXXII; ap. D. Bouquet, t. II, p. 423.

(6) C. XIII; ap. D. Bouquet, t. II, p. 620.

(7) Voy. mes *Études sur l'histoire du droit criminel des peuples anciens*, t. II, p. 20.

Le bûcher, pas plus que la lapidation, n'est cité dans les lois franques antérieures à Charlemagne. La *Lex emendata*, de même que les Capitulaires, gardent à son égard un silence absolu. Un seul manuscrit de la loi salique en fait mention, pour l'empoisonneur incapable de payer la composition légale, et ce passage est justement soupçonné d'être une interpolation faite par un copiste du huitième siècle (2). Cependant cette peine, plusieurs fois citée dans les lois des autres peuples d'origine germanique, était incontestablement usitée chez les Francs, après la conquête des Gaules. Grégoire de Tours rapporte plusieurs exemples d'individus condamnés à périr dans les flammes. Une femme qui avait mal parlé de Clovis, fils de Chilpéric Ier, fut déclarée coupable de lèse-majesté, attachée à un poteau et brûlée vive (1). Une femme du Mans, concubine d'un clerc, ayant pris des habits d'homme, fut brûlée comme coupable d'adultère (2). La reine Frédégonde fit brûler des sorcières accusées d'avoir pratiqué des maléfices et des enchantements pour faire mourir son fils (3). Chramme s'étant révolté contre son père Chlotaire, celui-ci le fit brûler dans une cabane où il s'était retiré avec sa femme et ses filles (4). On saurait difficilement voir dans ce dernier fait un supplice légal; mais il n'est peut-être pas sans intérêt de faire remarquer que les Sagas du Nord parlent, à plusieurs reprises, de coupables brûlés dans leurs maisons (5).

---

(1) Grégoire de Tours, l. III, 36 Sous le règne de Chilpéric, le peuple de Paris voulut lapider l'évêque Prétextat, accusé d'avoir comploté l'assassinat du roi (*Ibid.*, l. V, 19). Le peuple de Tours chercha à faire périr de la même manière l'évêque Brice, accusé d'incontinence (*Ibid.*, l. II, 1).

(2) Manuscrit de Wolfenbuttel, XIX, 1. Feuerbach suppose que le copiste était Visigoth et a voulu enrichir la loi salique d'une disposition empruntée aux lois de son pays (*Die Lex salica und und ihre verschiedenen Recensionen*, pp. 73 à 78). La peine du feu est, en effet, comminée par la loi des Wisigoths contre l'empoisonneur (l. VI, t. II, 2). Il est plus probable que, du temps du copiste, la peine de mort avait été étendue à l'empoisonneur, soit par le c. IV du décret de Childebert II de 596, soit par un capitulaire qui n'est pas parvenu jusqu'à nous, et que l'usage avait désigné le bûcher.

On trouve encore la peine du feu, comme châtiment du sacrilége, dans la *Lex Frisionum*, pour la province païenne (*Add. Wlemari*, XII); dans les lois des Anglo-Saxons, pour l'esclave voleuse (*Aedst. Dunhr.* 6); dans la loi des Wisigoths, pour l'homme libre qui, dans une ville, met le feu à la maison d'autrui, et pour esclave qui commet ce crime, même hors de la cité (l. VIII, t. II, 1), pour le serf qui viole un tombeau (l. XI, t. II, 1), pour le commerce illicite d'un esclave avec une femme libre (l. III, t. II, 2; t. IV, 14). De la combinaison de ces textes, M. Davoud-Oghlou a conclu avec raison que, chez les Visigoths, les mots *mors turpissima* (l. II, t. II, 2) désignent incontestablement le bûcher (*Histoire de la législation des anciens Germains*, t. I, p. 160).

Aux peines capitales que nous venons de passer en revue, Grimm, dans ses *Rechtsalterthümer*, ajoute la noyade (6). Nous ne saurions nous ranger à cet avis pour ce qui concerne l'empire des Francs sous la dynastie mérovingienne. Il est vrai que les anciens Germains noyaient dans la fange les lâches et les prostitués (7). Il est vrai encore qu'on rencontre la noyade dans les lois d'autres peuples sortis, comme les Francs, des forêts de la Germanie (1). Il est vrai enfin que, vers le milieu du neuvième siècle, sous la dynastie carolingienne, une empoisonneuse du nom de Gerberge fut condamnée à être noyée (2). Mais le premier de ces faits est antérieur à l'époque qui nous occupe, le second est étranger à la législation des Francs, et le troisième se manifeste plus d'un siècle après la disparition des Mérovingiens; on ne saurait pas plus s'en prévaloir que des noyades pratiquées, longtemps après, sous les règnes de Philippe-Auguste, de Charles VI, de Charles VII et de Louis XI. Quant aux passages de Grégoire de Tours invoqués par Grimm, ils sont complétement dépourvus de force probante; ils ne sont que des récits de quelques-uns de ces effroyables actes de cruauté qui déparent les annales des rois de la première race. Gondebaud égorgea son frère Chilpéric, et, ayant attaché une pierre au cou de sa belle-sœur, il la noya (3). Deutérie, femme de Théodebert, jalouse de sa propre fille, la mit dans un chariot attelé de bœufs indomptés, qui la précipitèrent du haut d'un pont dans le fleuve (4). Gonsuinthe, enflammée de colère, prit une jeune fille par les cheveux, la foula longtemps sous ses pieds, et, couverte de sang, ordonna qu'on la plongeât dans une piscine (5). Il suffit de rapporter ces faits pour en déterminer le véritable caractère. Aucun jurisconsulte éclairé ne consentira à y voir l'application d'une peine prononcée en vertu du droit national. Autant vaudrait convertir en peines légales les horribles tortures qui mirent fin à la vie de Leudaste et à celle de Brunehault (1). Les seuls supplices qui avaient, chez les Francs, un caractère incontestablement légal étaient la mort par le glaive, la pendaison, la roue, la lapidation et le bûcher.

---

(1) Grégoire de Tours, l. V, 40.

(2) L. VI, 36.

(3) *Ibid.*, c. 35

(4) *Ibid.*, IV, 20.

(5) Grimm, *Rechtsalterthümer*, p. 700.

(6) P. 696. Wilda, *Strafrecht der Germanen*, p. 507, affirme aussi que les historiens des Francs citent la noyade parmi les peines légales.

(7) Voy. ci-dessus, p. 408.

---

(1) Chez les Bourguignons, la femme qui quittait son mari était noyée dans la fange (*Lex Burgundionum*, t. XXXIV, 1). Chez les Anglo-Saxons, la femme condamnée à mort était noyée. Davoud-Oghlou, *Op. cit*, t. II, p. 693.

(2) *Annales Bertiniani*, ad. an. 834. Pertz, I, 428.

(3) L. II, 28.

(4) L. III, 26.

(5) L. V, 39.

Ces supplices étaient souvent accompagnés de tortures et de mutilations. Aux condamnés pour crime de lèse-majesté, on coupait, avant l'exécution, les mains, les pieds, les oreilles et les narines (2). Les voleurs et les meurtriers, avant d'être suspendus au gibet, étaient parfois mutilés, étendus sur des roues, accablés de coups de verges et de bâton (3). « Mourir d'une manière cruelle, mourir dans les » tourments » sont des locutions familières aux historiens du temps (4). Les rois et les juges variaient et multipliaient les tortures avec une fécondité d'imagination digne des implacables justiciers qui parurent à la fin du moyen âge.

Il semble même que les Francs avaient poussé l'art de torturer à un très-haut degré. Parlant d'un clerc, condamné à mort comme coupable de lèse-majesté, Grégoire de Tours s'exprime ainsi : « J'eus grand'peine à ob- » tenir sa vie, et ne pus l'exempter des tourments. Je ne » crois pas qu'aucune chose inanimée, aucun métal eût

---

(1) Grégoire de Tours, l. VI, 32. Frédégaire, c. XLII.

(2) Grégoire de Tours, l. V, 19, 27; l. VIII, 29.

(3) *Ibid.*, l. VI, 8; l VII, 47.

(4) *Crudeli nece diversis mortibus adfecerunt* (Grégoire de Tours, l. V, 19). *Inter supplicia defecerunt* (*Ibid.*, X, 18).

» pu résister à tous les coups que supporta ce pauvre misérable. A la troisième heure on le suspendit à un arbre, » les mains liées derrière le dos; on le détacha à la neuvième et on l'étendit sur des roues, où il fut frappé à » coups de bâton, de verges, de courroies mises en double; » et cela non pas seulement par un ou deux hommes, » mais tant qu'il en pouvait approcher de ses misérables » membres, tous le frappèrent (1). » On cherche en vain l'indice d'un texte de loi ou d'une coutume ayant limité l'action arbitraire des juges dans l'exercice de la redoutable prérogative de désigner les tortures préalables.

Le même pouvoir arbitiaire des juges se manifeste dans le choix du supplice. Très-souvent on voit infliger des peines différentes à des auteurs d'actes de même nature. Le gibet était la peine ordinaire des voleurs (2), et cependant nous savons, par Grégoire de Tours, que les deux fils de Waddon, qui avaient désolé le territoire de Paris par des vols et des meurtres, furent condamnés, l'un à avoir la tête tranchée, l'autre à l'exil (3). En matière d'adultère, on rencontre tantôt le gibet et tantôt le bûcher (4). La même inégalité se manifeste dans la répression du crime de lèse-majesté. L'historien des Francs, racontant la triste fin des complices de la révolte de Mérovée, fils de Chilpéric, s'exprime ainsi : « Gaïlen, ayant été pris, on lui » coupa les mains, les pieds, les oreilles, le dessus des » narines et on le fit périr misérablement. Grindion fut » condamné au supplice de la roue. Cucilion, autrefois

---

(1) L. V, 50.

(2) Voy. ci-dessus, p. 429. Grégoire de Tours, l. VI, 8.

(3) L. X, 21.

(4) Grégoire de Tours, l. V, 33; VI, 36.

» comte du palais du roi Sigebert, eut la tête tranchée. » Beaucoup d'autres, venus avec Mérovée, furent mis à » mort de diverses et cruelles manières (1). » Ailleurs, parlant de deux clercs et d'un serviteur qui avaient reçu de Frédégonde la mission de tuer Childebert II, il dit : « On » les appliqua à divers tourments, on leur coupa les mains, » les oreilles et les narines, et ils moururent chacun » d'une mort différente (2). » Ailleurs encore, il raconte que des sorcières, accusées d'avoir pratiqué des maléfices pour faire mourir le fils de Chilpéric I^{er}, périrent les unes sur la roue et les autres sur le bûcher (3). Les juges choisissaient le supplice qui, à leur avis, se trouvait le mieux en rapport avec les circonstances concomitantes du crime; et c'est probablement de cette manière qu'il faut expliquer les termes généraux et vagues dont les capitulaires mérovingiens se servent pour désigner la peine capitale.

Il nous reste à rechercher quelle était dans l'opinion des juges du temps la gravité respective des divers supplices que nous avons énumérés.

Wilda soutient que, chez les peuples germaniques, l'exécution par le glaive ou la hache était la « mort simple », et que toutes les autres peines capitales doivent être rangées au nombre des morts « qualifiées » ou « exaspérées (1). »

---

(1) L. V, 19.

(2) L. VIII, 29. On remarque la même inégalité dans les supplices infligés à ceux qui étaient entrés dans un autre complot dirigé contre la vie de Childebert. « Les uns, dit Grégoire de Tours, furent condamnés à la prison, d'autres eurent les mains emportées; plusieurs, les nez et les oreilles coupés, furent livrées à la risée publique... Plusieurs moururent dans les supplices, afin que l'honneur du roi fût vengé. » L. X, 18.

(3) L. VI, 35. Il est vrai que, pour ce dernier cas, il est permis de douter s'il s'agissait réellement d'une condamnation judiciaire. L'historien dit que ces femmes furent mises à mort par autorité de la reine.

Nous n'hésitons pas à nous ranger à cet avis pour ce qui concerne le droit pénal des Francs.

D'après une tradition constante, qu'on retrouve chez toutes les nations d'origine germanique, la mort par le glaive était réputée moins déshonorante que la mort au gibet. Il est certain que ce sentiment existait déjà à l'époque reculée qui fait l'objet de nos investigations. L'auteur anonyme de la Vie de saint Léger dit que la mort au gibet est un supplice très-honteux (2). Il était fréquemment appliqué aux esclaves (3) et avait pour conséquence l'exposition du cadavre aux regards et aux insultes de la foule (4). Au troisième livre de l'*Histoire des Francs*, nous voyons un barbare, poursuivant deux prisonniers fugitifs, dont l'un était un esclave et dont l'autre appartenait à une famille distinguée, s'écrier en jurant : « Je ferai condamner l'un » au gibet et hacher l'autre à coups d'épée (5). »

Le gibet était donc réputé plus flétrissant que le glaive; mais le supplice de la roue, qui entraînait également l'exposition du cadavre, était, de son côté, réputé plus douloureux et plus infâmant que le gibet. Un capitulaire, ajouté à la loi salique et que nous avons déjà cité, dit formellement que l'esclave, assez audacieux pour épouser une femme libre, doit subir la mort la plus honteuse, la mort sur la roue : *pessima cruciatu* (*pœna*) *ponatur, hoc est in rota mittatur* (6).

---

(1) *Strafrecht der Germanen*, p. 500.

(2) C. XIV; ap. D. Bouquet, t. II, p. 621.

(3) Grégoire de Tours, l. VII, 46, 47.

(4) Voy. ci-dessus, p. 432.

(5) L. III, 15.

(6) Pardessus, *Loi salique, Capita extravagantia*, t. V.

On n'éprouve ainsi aucun embarras dans la classification du glaive, de la potence et de la roue; mais il n'en est pas de même pour les deux autres peines capitales usitées chez les Francs. Il est difficile de constater, en l'absence complète de témoignages historiques, quelle place on assignait à la lapidation dans la triste échelle des supplices; mais le bûcher, que les Wisigoths réputaient la plus honteuse des peines (1), fut de tout temps, en France et en Allemagne, réservé à des crimes qui portaient un cachet particulier de perfidie ou d'infamie, tels que l'inceste au premier degré, la magie, l'empoisonnement, le parricide. On peut, sans méconnaître les lois de la saine critique, faire remonter cet usage jusqu'au berceau de la monarchie française.

L'enseignement qui ressort des pages qui précèdent n'est pas difficile à saisir.

Ceux qui placent le système de répression des Francs à peu près exclusivement dans le payement d'une composition, mise en rapport avec la gravité de l'acte et la qualité de la victime, commettent une erreur grave. La peine de mort, variée dans son exécution, rendue plus ou moins infamante et douloureuse suivant l'importance ou le caractère odieux du crime, occupait une large place dans la législation pénale de la période mérovingienne. Si l'on ne trouve pas dans la loi salique, dans la loi ripuaire et dans les capitulaires de la première race toutes les peines capitales qui figurent dans d'autres codes des peuples germaniques (2); si les sujets de Chlotaire Ier et de Dagobert II ne connaissaient pas certains supplices atroces des temps modernes, tels que l'écartèlement au moyen de chevaux attelés aux extrémités du corps, il n'en est pas moins incontestable qu'ils étaient loin de partager les sentiments d'humanité que manifestait le législateur des Bavarois, en écrivant ces lignes remarquables : « Qu'aucun Bavarois ne » soit condamné à mort, à moins qu'il n'ait comploté la » mort du duc, engagé les ennemis à envahir la province » ou machiné avec l'étranger la prise d'une cité (1). » Ils étaient loin surtout des nobles aspirations qui guidaient le roi anglo-saxon Aedhelred, quand il donnait ce sage conseil aux justiciers de son royaume : « Il ne faut pas légè» rement condamner un homme à mort et détruire ainsi » l'œuvre et l'image de Dieu que Jésus-Christ a rachetée » si cher (2). »

---

(1) Voy. ci-dessus, p. 434.

(2) La noyade dans la fange était usitée chez les Burgondes (*Lex Burgundionum*, t. XXXIV, 1). Les Wisigoths connaissaient la mort sous la

---

discipline (*Lex Wisigothorum*, l. VI, t. V, § 8). Chez les Anglo-Saxons, la femme condamnée à mort pour vol était noyée (*Davoud-Oghlou*, *Op. cit*, t. II, p. 379).

(1) Lex Bajuvariorum, t. II, c. I, § 3. Le texte ajoute : « *Cetera vero quæcumque commiserit peccata quousque habet substantiam componat secundum legem.*

(2) Davoud-Oghlou, *Op. cit.*, t. II, p. 694.

* * *

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 11 octobre 1877.

M. **Alvin**, directeur, président de l'Académie.
M. **Liagre**, secrétaire perpétuel.

Sont présents: MM. Portaels, vice-directeur; L. Gallait, Guill. Geefs, Jos. Geefs, C.-A. Fraikin, Éd. Fétis, Edm. De Busscher, Alph. Balat, le chevalier L. de Burbure, J. Franck, Gust. De Man, J. Leclercq, Ern. Slingeneyer, Alph. Robert, F.-A. Gevaert, Ad. Samuel, G. Guffens, *membres;* Éd. de Biefve, *correspondant.*

MM. Éd. Mailly, *membre de la classe des sciences,* et R. Chalon, *membre de la classe des lettres,* assistent à la séance.

CORRESPONDANCE.

La classe apprend avec un vif sentiment de regret la mort de l'un de ses associés de la section de gravure, M. Jean-François-Antoine Bovy, né à Genève en 1793, M. Bovy avait été élu le 8 janvier 1847.

— M. le Ministre demande que la classe s'occupe d'un programme d'études à suivre par les lauréats du grand concours de gravure, pendant leur séjour à l'étranger. — Renvoi à la commission des prix de Rome.

— Le même haut fonctionnaire écrit qu'il a invité le conseil d'administration de l'Académie royale des beaux-arts d'Anvers à donner connaissance à M. Cuypers, lauréat du grand concours de sculpture de 1872, de l'avis émis par la classe des beaux-arts sur le neuvième rapport semestriel de ce lauréat.

— La classe reçoit à titre d'hommage, les ouvrages suivants au sujet desquels elle vote des remercîments :

1° *Œuvres d'André Van Hasselt*, poésies, 4^e^ et 5^e^ volumes; prose, 4^e^ volume. Ensemble 3 vol. in-12. (Envoyé par le Département de l'Intérieur);

2° *P.-P. Rubens, aanteekeningen over den grooten meester en zijne bloedverwanten*, door P. Génard, 2^e^ aflev. In-4°;

3° *De klokke Roeland*, cantate, avec traduction française, par M. J. Sabbe. In-8°.

— Le gouvernement du Venezuela annonce la création d'un Institut des beaux-arts à Caracas.

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Bormans (*Stanislas*). — La famille d'Harscamp. Généalogie historique. Namur, 1877; extr. in-8°.

Juste (*Théod.*). — La rivalité de la France et de la Prusse d'après de nouveaux documents (1757-1871). Bruxelles, 1877; in-8°.

Nolet de Brauwere van Steeland (*Dr. J.*). — Poëzy en Proza. Amsterdam, 1877; vol. in-8°.

Potvin (*Charles*). — Du gouvernement de soi-même : Les Principes. — Le Devoir. — La Vie privée. — La Patrie. — Le Travail. — Les Nations. — Paris, Bruxelles, etc.; 6 broch. pet. in-8°.

Gachard. — Histoire politique et diplomatique de P.-P. Rubens. Bruxelles, 1877; vol. in-8°.

Scheler (*Aug.*). — Aigar et Maurin. Fragments d'une chanson de Geste provençale inconnue. Bruxelles, 1877; br. in-8°.

Deux rédactions diverses de la légende de sainte Marguerite en vers français, publiées avec variantes, d'après des MSS. Anvers, 1877; extr. in-8°.

Wagener (*A.*). — Les travaux de M. G. Andresen sur le Dialogus de oratoribus. Gand, 1877; br. in-8°.

Beco (*Jean*). — Rapport sur l'industrie du zinc, du cuivre et du plomb aux États-Unis d'Amérique; 2^me^ partie, industrie du cuivre. Bruxelles, 1877; br. in-8°.

Deby (*Julien*). — Rapport sur l'industrie sidérurgique aux États-Unis au point de vue des intérêts commerciaux de la Belgique. Bruxelles, 1877; br. in-8°.

Génard (*P.*). — P.-P. Rubens. Aanteekeningen van den grooten meester en zijne bloedverwanten, 2^e^ livraison. Anvers, 1877; broch. in-4°.

Degeorge (*Léon*). — La Maison Plantin à Anvers. Bruxelles, 1877 ; br. in-8°.

Marchal (*le chev. Edmond*). — Mémoire sur la sculpture aux Pays-Bas pendant les XVII^e^ et XVIII^e^ siècles, précédé d'un résumé historique. Bruxelles, 1877 ; vol. in-4°.

Sabbe (*Jul.*). — De Klokke Roeland, cantate. La Cloche Roland, traduction de la cantate flamande. Bruges, 1877 ; br. in-8°.

Hemptinne (*A. De*). — Appareil de concentration à 66 degrés de l'acide sulfurique. — Nouveau procédé de fabrication de l'acide sulfurique. — Fabrication de l'acide sulfurique. Bruxelles, 1875-77 ; 3 extr. in-8°.

Royaume de Belgique. — Recueil des rapports des secrétaires de légation de Belgique, tome III, 7^{me} livraison. Bruxelles, 1877 ; br. in-8°.

Ministère de l'Intérieur. — Statistique médicale de l'armée belge (1870-74). Bruxelles, 1877 ; vol. in-4°. — Œuvres d'André Van Hasselt, prose, tome IV ; poésies, tomes IV et V. Bruxelles, 1877 ; 3 vol. in-12. — Le Doryphora decemlineata, coléoptère du Colorado. Bruxelles, 1877 ; br. in-12.

Société archéologique de Namur. — Table des annales (vol. I-XII). Namur, 1877 ; vol. in-8°.

Annales des travaux publics de Belgique, tome XXXV, 1er cahier. Bruxelles, 1877 ; br. in-8^{e}.

De Vlaamsche School, 2^{d} semestre de 1877. Anvers ; 12 feuilles in-4°.

Société royale de numismatique. — Revue belge, 4^{e} livr. de 1877. Bruxelles ; in-8°.

ALLEMAGNE ET AUTRICHE-HONGRIE.

Schlagintweit-Sakünlünski (*Hermann von*). — Klimatischer Charakter der pflanzengeographischen Regionen Hochasiens. Munich, 1876 ; extr. in-4°.

Mühry (Dr. Adolf). — Ueber die exacte Natur-Philosophie. Gottingue, 1877; br. in-12.

Biderman (H.-J.). — Die Romanen und ihre Verbreitung in Österreich. Gratz, 1877; br. gr. in-8°.

Akademie der Wissenschaften zu München. — Sitzungsberichte der mathem. Classe, 1877 n° 1. — Abhandlungen der histor. Classe, tome XIII, 2me livr. Munich, 1877; br. in-8° et br. in-4°.

Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. — Bericht, 1875-1876. — Abhandlungen, tome XI, n° 1. Francfort S/M, 1877; 1 br. in-8° et 1 br. in-4°.

Astronomische Gesellschaft. — Vierteljahrsschrift, 2me livraison de 1877. Leipzig; br. in-8°.

K. Bibliothek zu Stuttgart. — Festschrift zur vierten Säcular-Feier der Universität zu Tübingen. Stuttgart. 1877; br. in-4°.

Historischer Verein fur Steiermark. — Mittheilungen, 25. Heft. — Beiträge zur Kunde steierm. Geschichtsquellen, 14. Jahrgang. Gratz, 1877; 2 br. in-8°.

Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte. — Sitzungen, 11 u. 17 febuar 1877. — Verhandlungen, Jahrgang 1877. Berlin; 3 br. in-8°.

Historischer Verein für Unterfranken und Aschaffenburg. — Archiv, XXIV. Bd. 1. Heft. — Die Geschichte des Bauernkrieges in Ostfranken von Lorenz Fries, 1re livraison. Wurzbourg, 1876-77; 2 br. in-8°.

Puscariu (Johann Ritter von). — Das Stereometer, privilegirtes Körper-Messinstrument. Buda-Pest, 1877; br. in-8°.

Kön. statistisches Bureau in Berlin. — Preussische Statistik, XXXXIV. Berlin, 1877; br. in-4°.

Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Dresden. — Jahresbericht 1876-77. Katalog der Bibliothek der Gesellschaft. Dresde, 1877; 2 br. in-8°.

Naturh.-medicinischer Verein zu Heidelberg. — Verhandlungen, 2. Band, 1. Heft von 1877. Heidelberg; br. in-8°.

Naturwiss. Verein für Schleswig-Holstein. — Schriften, tome II, 2e livraison. Kiel, 1877; in-8°.

Verein für vaterländische Naturkunde. — Jahreshefte, 33e année. Stuttgart, 1877; in-8°.

Naturforschende Gesellschaft in Freiburg. — Verhandlungen, Bd. VII, Heft 1. Fribourg, 1877; br. in-8°.

Geologische Reichsanstalt zu Wien. — Abhandlungen, tome VII, n° 4. — Jahrbuch, 1877, n° 2. — Verhandlungen, 1877, nos 7-10. Vienne; 1 br. in-4° et 2 in-8°.

Anthropologische Gesellschaft. — Mittheilungen, Bd. VII, nos 4-6. Vienne; in-8°.

Universität zu Kiel. — Schriften aus dem Jahre 1876. Kiel, 1877; vol. in-4°.

AMÉRIQUE.

Packard (*A.-S.*). — Report of the rocky mountain locus and other insects. Washington, 1877; vol. in-8°.

Ericsson (*John*). — Contributions to the centennial exhibition. New-York, 1876; 1 vol. in-4°.

Smith (*Lawrence*). — A description of the Rochester, Warrenton and Cynthiana meteoric stones. Broch. in-8°.

Geological survey of Canada. — Exploration géologique du Canada, rapport des opérations de 1875-76. Montréal, 1877; vol. in-8°.

Observatory of Harvard college. — Annals, tomes VI-VIII. Cambridge, 1871-76; 3 vol. in-4°.

Museum of comparative zoology at Cambridge. — Memoirs, vol. V, n° 1. Cambridge, 1877; in-4°.

Meteorological office of Canada. — Sixth annual report. Ottawa, 1877; vol. in-8°.

DANEMARK.

Société des sciences de Copenhague. — Oversigt, 1876, n° 2. — Mémoires, tome XI, n^os^ 3 et 4 de la classe des sciences. — Tyge Brahes meteorologiske dagbog for 1582-1597. Copenhague, 1876-77, 1 br. in-8°, 2 br. in-4° et 1 vol. in-8°.

ESPAGNE.

Observatorio de Marina de San Fernando. — Almanaque nautico pour 1878. Madrid, 1877 ; vol. in-8°.

FRANCE.

Société des antiquaires de Picardie. — Bulletin n° 2 de 1877. Amiens ; br. in-8°.

Académie de Stanislas. — Mémoires de 1876. Nancy, 1877 ; vol. in-8°.

Société des architectes du département du Nord. — Bulletin n° 6, 1873-74. Lille ; br. in-8°.

Société linnéenne du Nord de la France. — Bulletin, 1877, juillet-septembre. Amiens ; feuilles in-8°.

Revue des questions historiques, 12^me^ année, livraison du 1^er^ octobre 1877. Paris, in-8°.

Académie des inscriptions et belles-lettres de l'Institut de France. — Mémoires, tome XXV, 1^re^ partie. Paris, 1877 ; vol. in-4°.

Société académique d'architecture de Lyon. — Annales, tome V, 1875-76. Lyon, 1877 ; gr. in-8°.

Antoine (Ch.). — Des propriétés mécaniques de différentes vapeurs. — De quelques propriétés mécaniques de la vapeur d'eau saturée. — Des chaleurs totales des vapeurs à l'état de saturation et à l'état de vapeurs surchauffées. — De l'application des lois de Mariotte et de Gay-Lussac aux vapeurs. Brest, 1875-77; 4 broch. in-4°.

Houel. — Catalogue des pièces du musée Dupuytren, tome I avec atlas. Paris, 1877; in-8°.

Peigné-Delacourt. — Recherches sur divers lieux des pays des Silvanectes. Études sur les anciens chemins de cette contrée. Amiens, 1864; br. in-8°. — Étude nouvelle sur la campagne de J. César contre les Bellovaques. Senlis, 1869; br. in-8°. — Le vélocifère employé dans le moyen âge en Belgique pour le transport des fardeaux. Namur, 1870; br. in-4°. — L'origine des noms de Bruxelles et de Louvain attribuée à d'anciens appareils de chasse à La Haye. Namur, 1871; br. in-8°.

Brassart (Félix). — Le Pas du Perron Fée tenu à Bruges, en 1463, par le chevalier Philippe de Lalaing, publié pour la première fois. Douai, 1874; br. in-8°. — Histoire du château et de la châtellenie de Douai, Châtelains, Prévôts, Gaveniers, etc., tomes I et II. Preuves, 1^er^ fasc. Douai, 1877; 3 vol. in-8°.

Delaborde (le v^te^ Henri). — Notice sur la vie et les travaux de Jean-Joseph Perraud. Paris, 1877; br. in-4°.

Delisle (Léopold). — Fragment du dernier registre d'Alexandre IV. Paris; feuille in-8°.

Delisle (Léopold). — La Bibliothèque nationale en 1876. Rapport. Paris, 1877; br. in-8°.

Delisle (Léopold). — Notice sur cinq manuscrits de la Bibliothèque nationale et sur un manuscrit de la Bibliothèque de Bordeaux, contenant des recueils épistolaires de Bérard de Naples. Paris, 1877; extr. in-4°.

GRANDE-BRETAGNE ET COLONIES.

Institution of civil engineers. — Minutes of proceedings, tome XLIX. Londres, 1877; vol. in-8°.

Zoological Society of London. — Proceedings, 1877, 1^re^ et

2me parties. — Transactions, tome X, 1re et 2me parties. Londres, 1877; 2 br. in-8° et 2 in-4°.

Statistical Society. — Journal, tome XL, 2me partie. Londres, 1877; br. in-8°.

Meteorological Society. — Quarterly journal, 1877, juillet. Londres; br. in-8°.

Society of antiquaries of London. — Proceedings, 2me série, tome VII, n° 2. — Archeologia : Miscellaneous tracts, tome XLV. London, 1877; 1 br. in-8° et 1 vol. in-4°.

Asiatic Society of Bengal. — Proceedings, 1876, novembre et décembre; 1877, janvier-mai. — Journal (natural history), n° IV de 1876 et n° I de 1877; (philosophy), n° III de 1876 et n° I de 1877. Calcutta, 1876-77; in-8°.

Cambridge philosophical Society. — Proceedings, tome III, 1re et 2me parties. — Transactions, tome XI, 3me partie; tome XII, 1re et 2me parties. Cambridge, 1871-77; 2 br. in-8° et 3 in-4°.

Royal geographical Society. — Journal, vol. XLVI. — Proceedings, vol. XXI, nos 4 et 5. Londres, 1877; in-8°.

Royal asiatic Society. — Journal, tome IX, 2me partie. Londres, 1877; in-8°.

GRÈCE.

Saripolos (*Nicolas*). — Traité de droit criminel, tomes I-V, (en grec moderne). Athènes, 1868-71; in-8°. — Traité de droit public, tomes I-V (en grec moderne). Athènes, 1874-75; 5 vol. in-8°. — Pro Gracia, 1re et 2me parties. — Le passé, le présent et l'avenir de la Grèce. — Être ou ne pas être. — La forme emporte le fond, etc., etc. Athènes; brochures in-8°.

HOLLANDE.

Vreede. — Deux protestations de citoyens hollandais contre l'incorporation de la République sud-africaine, dite Trans-Vaal, etc. Utrecht, 1877; br. in-8°.

Cosyn en *Verwys.* — Woordenboek der nederlandsche taal, 3de reeks, 6de aflev. (Gehalte-gekken). La Haye, 1877; br. gr. in-8°.

Donders (*F. C.*) en *Engelmann.* — Onderzoekingen gedaan in het physiologisch laboratorium der Utrechtsche hoogeschool. Utrecht, 1877; br. in-8°.

Eeden (*F.-W. Van*). — Flora Batava, afbeelding en beschrijving van nederlandsche gewassen, 237e en 238e afleveringen. Leide; in-4°.

Snellen van Vollenhoven (*S.-C.*). — Pinacographia : Afbeeldingen van noordwest-europeesche sluipwespen, 5e livr. La Haye, 1877 ; in-4°.

Nederlandsche entomologische vereeniging. — Tijdschrift voor entomologie, tome XX, 3me et 4me livraisons. La Haye, 1877; 2 br. in-8°.

Société botanique du Grand-Duché de Luxembourg. — Recueil des Mémoires, nos 2-3, 1875-76. Luxembourg, 1877; br. in-8°.

Sterrenwacht te Leiden. — Catalogus van de boeken der bibliotheek. La Haye, 1877; in-8°.

Alberdingk Thijm (*Jos.*). — De Dietsche Warande, nieuwe reeks, 2de deel, 2de aflev. Amsterdam, 1877; br. in-8°.

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

1877. — N° 11.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 10 novembre 1877.

M. Maus, directeur.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents: MM. Houzeau, vice-directeur ; J.-S. Stas, L. de Koninck, P.-J. Van Beneden, Edm. de Selys Longchamps, H. Nyst, Gluge, Melsens, F. Duprez, Ern. Quetelet, Ern. Candèze, F. Donny, Ch. Montigny, Steichen, Éd. Morren, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Folie, F. Plateau, F. Crépin et Éd. Mailly, *membres;* Th. Schwann, E. Catalan, *associés*; Ch. Van Bambeke, G. Van der Mensbrugghe, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur envoie, pour la Bibliothèque de l'Académie, les livraisons 237 et 238 de la *Flora batava;* la 5e livraison de la *Pinacographia* de M. Snellen van Vollenhoven ; la brochure intitulée : *Le Doryphora ;* et deux *rapports sur l'industrie sidérurgique*, par MM. J. Beco et J. Deby, délégués belges à l'Exposition de Philadelphie.

— Les établissements scientifiques dont les noms suivent ont fait parvenir leurs dernières publications : l'Académie des sciences de Vienne, l'Institut géologique de Hongrie à Bude, le *Verein für vaterländische Naturkunde* à Stuttgart, l'Université de Kiel et l'Académie des sciences de Stockholm.

— La Société royale de la Nouvelle-Galles du Sud, à Sydney, remercie pour l'échange de publications accordé par l'Académie, et annonce le premier envoi de ses travaux.

— La classe reçoit, à titre d'hommage, les ouvrages suivants, au sujet desquels elle vote des remercîments aux auteurs :

1° *Recherches sur les fossiles paléozoïques de la Nouvelle-Galles du Sud* (*Australie*), par M. L.-G. de Koninck, 1 vol. in-8° avec atlas in-4° ;

2° *Liste des jardins, des chaires et des Musées botaniques du Monde,* 5e édition, par M. Éd. Morren. broch. in-8° ;

3° *Précis de chimie générale élémentaire,* 2^e^ édition, tome III, par M. Louis Henry ; vol. in-8° ;

4° *Recherches sur les graines originaires des hautes latitudes,* par M. A. Petermann ; broch. in-8° offerte au nom de l'auteur par M. Malaise ;

5° *Études sur les mines militaires,* par M. le colonel Cocheteux, vol. in-8°, offert au nom de l'auteur par M. Liagre ;

6° *Études sur la dissociation,* par M. A. Bouvet ; broch. in-8° offerte au nom de l'auteur par le même;

7° *Sur l'action locale des acides dilués, par M. le D^r^ Du Moulin ; — Contributions à l'étude des échinides,* par le D^r^ Fredericq ; — *Cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien sur les replis péritonéaux d'un python,* par Jules Mac-Leod ; 3 brochures offertes au nom des auteurs par M. F. Plateau.

— M. le colonel Cocheteux, sur sa demande, sera remis en possession du billet cacheté dont il avait demandé le dépôt dans les archives le 6 avril 1872.

— Les travaux manuscrits suivants sont renvoyés à l'examen de commissaires :

1° *Recherches sur les Acinétiniens de la côte d'Ostende,* par M. Julien Fraipont. — Commissaires : MM. P.-J. Van Beneden, F. Plateau et Van Bambeke ;

2° *De l'action physiologique de la gelsémine,* par MM. Félix Putzeys et H. Romiée. — Commissaires : MM. Schwann, Éd. Van Beneden et Gluge ;

3° *Recherches expérimentales sur le Daltonisme. Moyens de le produire et de le corriger,* par MM. J. Delbœuf et W. Spring. — Commissaires : MM. Schwann, Gluge et J. Plateau ;

4° *Courbes et surfaces focales*, par M. J. Boset. — Commissaires : MM. Folie, Catalan et De Tilly ;

5° *Recherches sur le développement du maxillaire inférieur de l'homme*, par M. H. Masquelin. — Commissaires : MM. Éd. Van Beneden et Van Bambeke.

RAPPORTS.

Conformément à l'opinion émise par MM. Van Beneden père et fils et M. Félix Plateau, la classe décide le dépot aux archives d'un travail de M. Ernest Lambert intitulé : *Morphologie du système dentaire des singes.*

Il sera donné avis à l'auteur que le troisième commissaire a exprimé le désir de lui voir réduire son mémoire aux proportions d'une courte notice, ne renfermant absolument que les résultats qu'il croit pouvoir signaler comme neufs.

— La classe a décidé également le dépôt aux archives d'une note de M. Achille Brachet *sur un vernis au collodion,* examinée par MM. Melsens et Montigny.

Sur la détermination des volumes et des aires;
par M. Émile Ghysens.

Rapport de M. Catalan.

« L'idée première, d'où l'auteur a tiré sa formule fondamentale (4), n'est peut-être pas absolument nouvelle; mais elle est ingénieuse, et M. Ghysens a su l'appliquer à des questions intéressantes et difficiles. Nous croyons pouvoir l'engager à étudier, de plus près, les remarquables intégrales I et II, qu'il a imaginées, et qui contiennent, comme cas particuliers, les intégrales elliptiques.

Enfin, M. Ghysens pourrait, peut-être, pendant l'impression de son travail, étendre un peu le paragraphe V.

En résumé, ce petit Mémoire nous paraît très-digne d'être approuvé par l'Académie, et publié dans le *Bulletin* de la séance. »

La Classe a approuvé ces conclusions, auxquelles a adhéré M. De Tilly, second Commissaire.

Études sur l'ossification. I. Évolution du cartilage embryonnaire chez les mammifères; par M. H. Leboucq.

Rapport de M. Édouard Van Beneden.

« Le D^r Leboucq, chef des travaux anatomiques à l'Université de Gand, a étudié, en se servant d'une méthode nouvelle, le mode de formation du tissu osseux dans les os longs, dans le but d'élucider la question de savoir jusqu'à quel point le cartilage intervient dans la formation de l'os qui se substitue à lui. Le cartilage embryonnaire est-il remplacé par un tissu de nouvelle formation ou bien l'os est-il un produit de la transformation du cartilage?

Cette question souvent étudiée a été diversement résolue par les nombreux histologistes qui, depuis Schwann, se sont occupés de l'évolution du tissu osseux.

La méthode employée dans les recherches est ici d'une importance considérable et la valeur des résultats dépend en grande partie de ce que vaut le procédé opératoire que l'on pratique. L'auteur a eu recours au traitement par l'iode, pour colorer les cellules du cartilage, de manière à les rendre bien apparentes au milieu d'autres cellules. Neumann avait constaté que, soumises à l'action d'une solution iodée, les cellules cartilagineuses voisines de la limite d'ossification se colorent en brun-acajou, tandis que les éléments de la couche granuleuse se colorent en jaune.

Leboucq décalcifie ultérieurement les coupes en les traitant, sur le porte-objet, par la glycérine acidifiée par l'acide formique ou l'acide acétique. Il a constaté que, par l'emploi de ces procédés, les cellules cartilagineuses ne se déforment aucunement et qu'elles prennent une coloration tout à fait caractéristique, alors même qu'elles ont été au préalable soumises à l'action de l'alcool.

L'auteur expose ce que l'analyse de ses préparations lui a révélé et conclut en affirmant que les cellules cartilagineuses prennent une part active à la formation des os longs chez les mammifères. On les trouve en effet dans les canaux médullaires primordiaux où elles remplissent le rôle d'ostéoblastes.

Dans le stade d'évolution de l'os, caractérisé en ce que la ligne d'ossification de la diaphyse vers l'épiphyse est nettement marquée, l'auteur trouve encore comme preuve de sa manière de voir, ce fait que les cellules cartilagineuses persistent non altérées jusqu'à cette limite.

Le travail du D^r^ Leboucq a été fait au laboratoire d'histologie de l'Université de Gand, sous la direction de notre confrère Van Bambeke. L'autorité de ce dernier en matière d'histologie et la valeur des travaux antérieurs du D^e^ Leboucq constituent une double garantie quant à l'exactitude des observations sur lesquelles reposent ces conclusions. Aussi je n'hésite pas à proposer à la classe 1° d'ordonner l'impression de ce travail dans les Bulletins de l'Académie; 2° de voter des remercîments à l'auteur pour son intéressante communication.

Le travail est accompagné d'une planche indispensable à l'intelligence du texte. J'ai l'honneur de proposer à la classe de la faire reproduire par la cromolithographie. »

La classe a adopté ces conclusions, auxquelles ont adhéré les deux autres commissaires, MM. Schwann et Gluge.

Recherches sur le développement du maxillaire inférieur de l'homme; par M. H. Masquelin.

Rapport de M. Édouard Van Beneden.

« J'ai pris connaissance du travail sommaire que M. Masquelin a présenté à l'Académie et dans lequel il a rendu compte de ses recherches sur la formation de l'os maxillaire inférieur chez l'homme.

Il a constaté des faits nouveaux, qui sont d'un haut intérêt pour les questions tant controversées de l'ostéogenèse. J'ai vu les préparations de M. Masquelin et je suis en mesure de garantir l'exactitude de ses observations. Je n'hésite donc pas à proposer à l'Académie l'impression de son travail dans le *Bulletin* de la séance. »

La classe a adopté ces conclusions, auxquelles a souscrit le second commissaire, M. Van Bambeke.

Note sur l'extension des théories de l'involution et de l'homographie; par M. C. Le Paige.

Rapport de M. Folie.

« Dans un travail inséré au *Bulletin* d'octobre 1877, M. Le Paige a développé la notion nouvelle, qui lui est due, de $2n$ points conjugués harmoniques du n^e ordre.

Il revient, dans celui-ci, sur la condition qui exprime cette relation, et lui fait prendre diverses formes, analogues à celles qui caractérisent les points harmoniques du second ordre, au moyen de simples transformations de déterminants.

Partant, d'abord, de la condition, qu'il a donnée précédemment, de l'involution de $(n+1)n$ points, il montre qu'elle peut se réduire à la forme suivante

$$\sum_{i=1}^{i=n+1} p_i(x-\lambda_1)\dots(x-\lambda_n)\equiv 0;$$

et il interprète les constantes, pour toutes les valeurs de n depuis 1 jusque 4; au delà, l'interprétation géométrique de ces constantes ne deviendrait possible qu'en recourant aux variétés à n dimensions de Riemann.

Dans les formes mêmes qu'il trouve, il rencontre des théorèmes très-généraux, dont l'un avait été employé par Hesse, comme un nouveau mode de transformation des figures.

Il passe ensuite du cas de l'involution au cas des points conjugués harmoniques, ce qui transforme la relation précédente en

$$p_1(x-\lambda)+p_2(x-\mu)^n+p_3(x-\nu)^n+\cdots+p_{n+1}(x-\varpi)^n\equiv 0.$$

Ces relations générales ont, naturellement, comme cas particuliers, celles qui appartiennent au second ordre.

Reprenant les invariants dont il s'était déjà occupé précédemment, et se servant de la notion du rapport anharmonique du n^e ordre, que nous lui avions communiquée il y a quelques jours, M. Le Paige trouve, très-simplement, que ce rapport s'exprime par le quotient de deux invariants.

Considérant une fonction plus générale, à laquelle il donne le nom de *fonction anharmonique,* il retrouve la notion qu'il a précédemment développée, de $2n$ points conjugués harmoniques, et fait voir qu'elle est bien la généralisation de celle de deux couples de points conjugués harmoniques.

Il cherche également quelles sont les relations analogues, pour les ordres supérieurs, à celles qui expriment, dans le second ordre, l'involution de trois couples de points au moyen de l'égalité de rapports anharmoniques; dans le développement des calculs, il se borne à la considération du troisième ordre, en faisant observer que la même marche est tout à fait applicable aux ordres supérieurs; et il trouve des relations qui offrent, en effet, une analogie complète avec celles qui sont connues pour le second ordre.

Le travail se termine par des équations toutes nouvelles, et très-remarquables, de l'homographie, soit pour le second ordre, soit pour les ordres supérieurs.

M. Le Paige a montré, par tous ses travaux, combien la théorie des formes peut rendre de services à la géométrie.

Cette dernière science lui sera fort redevable dans la théorie de l'involution du n^e ordre, qui était demeurée inachevée, depuis qu'elle avait été découverte par Poncelet et appliquée par nous à l'extension des théorèmes de Pascal et de Brianchon; aujourd'hui, on peut la dire aussi complète que celle de l'involution du second ordre, grâce aux travaux de M. Le Paige, et à sa découverte des points conjugués harmoniques du n^e ordre, qui lui donne un complément indispensable; grâce un peu aussi, oserons-nous le dire, à notre notion du rapport anharmonique du n^e ordre, qui permet de rattacher à celui-ci l'involution du même ordre.

Nous proposons à la classe d'adresser à M. Le Paige des encouragements et des remercîments bien mérités, et d'ordonner l'insertion de sa note au *Bulletin.* »

La classe a adopté ces conclusions auxquelles s'est rallié M. Catalan, second commissaire.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

M. Éd. Van Beneden donne lecture d'un travail intitulé : *Contribution à l'histoire du développement embryonnaire des Téléostéens.*

L'impression de cette communication a été différée sur la demande de l'auteur, jusqu'à la prochaine séance.

Un nouveau principe de probabilités; par M. E. Catalan, Associé de l'Académie.

I.

Théorème. *La probabilité d'un événement futur ne change pas lorsque les causes dont il dépend subissent des modifications inconnues* (*).

J'ai appliqué ce théorème, et j'en ai même donné une démonstration, dans une Note insérée au *Journal de M. Liouville* (tome VI). Antérieurement, dans le célèbre *Mémoire sur l'avantage du Banquier, au jeu de trente-et-quarante,* Poisson avait recours, afin d'éviter de longs calculs, à une considération ingénieuse qui ne diffère pas, au fond, de celle qui constitue le *principe* énoncé (**);

(*) Il s'agit ici, bien entendu, de ce que certains Géomètres appellent *probabilité subjective,* et que l'on désignerait plus clairement, me semble-t-il, sous la dénomination de *probabilité extrinsèque,* par opposition à la *probabilité intrinsèque.* Si une urne contient 99 boules blanches et 1 boule noire, la probabilité *intrinsèque* de l'extraction d'une boule blanche est à peu près 1 : il est presque certain que la boule attendue sera blanche. Mais, pour une personne qui saurait, *seulement,* que l'urne renferme des boules blanches et des boules noires, la probabilité, *extrinsèque* cette fois, serait $\frac{1}{2}$.

(**) Cette assertion, émise par M. Émile Mondésir (*Journal de Liouville,* tome II, p. 10), est peut-être trop absolue. En effet, Poisson dit d'abord : « ... lorsque ces cartes ont été mêlées, s'il existe une chance
» quelconque pour qu'un événement A arrive au premier coup et un
» événement B à un autre coup, au dixième, par exemple, il y a exacte-
» ment la même chance pour que l'événement B arrive au premier coup
» et l'événement A au dixième; car on peut former un autre arrange-
» ment de toutes les cartes, qui ne diffère de celui que le hasard a
» donné, qu'en ce que les cartes qui sortent au premier coup sont rem-

mais l'illustre Géomètre n'a pas cherché, paraît-il, à généraliser cette notion (*).

Depuis quarante ans, personne, à ma connaissance, n'a démontré ni même formulé le principe qui fait l'objet de la présente Note : c'est pourquoi je le qualifie de *nouveau*.

Avant d'en faire des applications, avant de le vérifier sur un exemple, essayons d'en donner une démonstration générale.

Comme on le fait ordinairement, assimilons l'événement attendu, à la sortie d'une boule blanche, d'une urne A qui contient b boules de cette couleur, et $n - b$ boules noires, rouges, bleues, etc. Si l'on tire p boule (**), qu'on

---

» placées par celles qui sortent au dixième, *et vice versâ;* il en résulte » qu'avant que le jeu commence, la probabilité d'un *refait* de 31 est la » même pour le premier coup, pour le dixième, ou pour tout autre » coup. » (*Annales de Gergonne*, tome XVI, p. 191.) Ce raisonnement semble établir, seulement, que *la probabilité de l'arrivée de* A *au premier coup, et de l'arrivée de* B *au dixième, égale la probabilité de l'arrivée de* B *au premier coup, et de l'arrivée de* A *au dixième;* proposition incontestable.

Il est vrai que le célèbre auteur complète ainsi sa pensée : « Elle (la » probabilité dont il s'agit) ne varie pendant la durée du jeu, que pour » les joueurs qui ont la connaissance des cartes sorties; mais un joueur » qui ne les connaîtrait pas devrait parier la même somme à tous les » coups, pour l'arrivée d'un *refait* de 31. »

Autrement dit : « *la sortie d'un certain nombre de cartes* INCONNUES, » *ne change pas la probabilité de l'événement attendu* » Et cette conclusion est d'accord, non-seulement avec notre principe, mais encore avec les premières notions de la théorie des probabilités.

(*) Il y a plus : dans les *Recherches sur la probabilité des jugements*, Poisson énonce une conséquence du même principe, et *il renvoie, pour la démonstration*, au Mémoire de M. Mondésir.

(**) Le nombre p est connu ou inconnu, suivant que l'on a compté les boules, ou qu'on ne les a pas comptées. Dans les deux cas, comme on les introduise, *sans les regarder*, dans une urne B; les probabilités d'extraire une boule blanche, soit de cette urne B, soit de l'urne A, dont la composition a été modifiée, sont égales à b.

Supposons, en effet, que l'on n'ait rien changé à la composition primitive de A. La boule qui va sortir peut être considérée comme faisant partie d'un groupe de p boules, isolés parmi les n boules de A. On peut faire, sur la composition de ce groupe, les mêmes hypothèses que l'on ferait sur celle de B : ce groupe inconnu peut donc remplacer B (*). Semblablement, un groupe de $n-p$ boules, complémentaire du premier, peut tenir lieu de l'urne A, modifiée. Le théorème est donc démontré.

II.

Il y a dix ans, un Géomètre, à qui nous avions communiqué la démonstration précédente, nous répondit :

« J'ai lu, avec plaisir, votre lettre concernant une
» question de probabilités : j'avoue, pourtant, que votre
» principe, même dans sa nouvelle rédaction, me laisse
» un peu sceptique. Cela ne doit pas vous étonner; car
» toute cette partie de la théorie des probabilités a excité
» le doute chez de grands Géomètres. Il me souvient qu'à
» son cours, à la Sorbonne, Lamé nous a signalé des

---

ignore les couleurs qu'elles peuvent avoir, les causes de l'événement attendu ont subi des *modifications inconnues*. Cela suffit pour que le théorème soit applicable.

(*) Nous reproduisons les expressions même de la Note citée (*Journal de Liouville*, tome VI, p. 78).

» conséquences tout à fait paradoxales et absurdes (*) des
» principes admis en cette matière. Voici, par exemple,
» une chose que je n'ai jamais pu *accepter* (**) : une urne
» renferme des boules blanches et des boules noires, en
» nombre égal; la probabilité de tirer une boule blanche
» est $\frac{1}{2}$. Une autre urne renferme des boules blanches et
» des boules noires, en proportion inconnue : la probabi-
» lité d'extraire une boule blanche est encore $\frac{1}{2}$. Or, je
» demande si la probabilité a réellement la même valeur
» dans les deux cas. »

Il n'y a là rien de paradoxal : dans le second cas, la composition de l'urne étant inconnue (on sait seulement que les boules sont blanches et noires), on ne doit pas plus s'attendre à l'arrivée d'une boule blanche, qu'à l'arrivée d'une boule noire.

On peut aller plus loin, et supposer que le nombre total des boules, n, est inconnu. Si l'on admet que n peut, indifféremment, égaler $A, A+1, A+2, \ldots, B$; *la probabilité de l'extraction d'une boule blanche est toujours* $\frac{1}{2}$. Cette proposition, admissible *a priori*, se vérifie bien simplement.

Soit h le nombre des hypothèses que l'on peut faire sur la composition de l'urne, et que l'on suppose *également*

(*) Par suite de *calculs inexacts*, l'auteur d'un Mémoire sur une intéressante question de probabilités était arrivé à une proposition *paradoxale* même *absurde*. On a prétendu qu'un illustre Géomètre aurait dit à cette occasion : « *Le calcul des probabilités peut conduire à des résultats contraires au bon sens.* » Nous ne pensons pas qu'un pareil propos ait jamais été tenu : si une théorie est en désaccord avec la raison, elle est fausse.

(**) Le mot véritable, que nous traduisons par *accepter*, n'est peut-être pas académique.

probables :

$$h = (A + 1) + (A + 2) + \cdots + (B + 1).$$

En effet, si le nombre des boules est A, celui des compositions possibles est A + 1 (*); si le nombre des boules égale A + 1, celui des compositions devient A + 2; etc.

La probabilité de chaque hypothèse est $\frac{1}{h}$. Par suite, la probabilité cherchée a pour expression

$$\frac{1}{h}\left[\frac{A + (A - 1) + \cdots + 1}{A} + \frac{(A + 1) + A + \cdots + 1}{A + 1} + \cdots + \frac{B+(B+1)+\cdots+1}{B}\right] = \frac{1}{2h}\left[(A+1)+(A+2)+\cdots+(B+1)\right] = \frac{1}{2}.$$

III.

Afin de montrer l'utilité de notre théorème, nous allons résoudre, par les méthodes ordinaires, le problème suivant, cas particulier de celui que nous avons traité ci-dessus.

Une urne A *contient* 4 *boules blanches et* 3 *boules noires. On en tire, sans les compter ni les regarder, un certain nombre de boules. Quelle est la probabilité d'extraire une boule blanche, de l'urne* A *modifiée?*

On peut faire *dix-huit* hypothèses sur le *nombre* et la *nature* des boules tirées (**). Chacune donne lieu à une *probabilité de l'événement supposé;* d'où l'on déduit, par le théorème de Bayes, la probabilité de cette hypothèse, etc. Voici le tableau des calculs.

(*) A *blanches;* (A — 1) *blanches*, 1 *noire*; (A — 2) *blanches*, 2 *noires*; ...; A *noires*.

(**) Nous faisons abstraction d'une dix-neuvième hypothèse, celle de *l'extraction totale*, parce que la probabilité correspondante serait nulle.

Hypothèses.	PROBABILITÉS RELATIVES.	Nombres proportionnels.	Compositions modifiées.	Probabilité de la sortie d'une blanche.
1^b	$\frac{4}{7}$	20	$3^b + 3^n$	$\frac{1}{2}$
1^n	$\frac{3}{7}$	15	$4^b + 2^n$	$\frac{2}{3}$
2^b	$\frac{4}{7} \cdot \frac{3}{6} = \frac{2}{7}$	10	$2^b + 3^n$	$\frac{2}{5}$
$1^b + 1^n$	$2 \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{3}{6} = \frac{4}{7}$	20	$3^b + 2^n$	$\frac{3}{5}$
2^n	$\frac{3}{7} \cdot \frac{2}{6} = \frac{1}{7}$	5	$4^b + 1^n$	$\frac{4}{5}$
3^b	$\frac{4}{7} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{2}{5} = \frac{4}{35}$	4	$1^b + 3^n$	$\frac{1}{4}$
$2^b + 1^n$	$3 \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{2}{5} = \frac{18}{35}$	18	$2^b + 2^n$	$\frac{1}{2}$
$1^b + 2^n$	$3 \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{2}{5} = \frac{12}{35}$	12	$3^b + 1^n$	$\frac{3}{4}$
3^n	$\frac{3}{7} \cdot \frac{2}{6} \cdot \frac{1}{5} = \frac{1}{35}$	1	4^b	1
4^b	$\frac{4}{7} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{35}$	1	3^n	0
$3^b + 1^n$	$4 \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{3}{4} = \frac{12}{35}$	12	$1^b + 2^n$	$\frac{1}{3}$
$2^b + 2^n$	$6 \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{2}{4} = \frac{18}{35}$	18	$2^b + 1^n$	$\frac{2}{3}$
$1^b + 3^n$	$4 \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{4} = \frac{4}{35}$	4	3^b	1
$4^b + 3^n$	$5 \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{7}$	5	2^n	0
$3^b + 2^n$	$10 \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3} = \frac{4}{7}$	20	$1^b + 1^n$	$\frac{1}{2}$
$2^b + 3^n$	$10 \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{2}{4} \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{7}$	10	2^b	1
$4^b + 2^n$	$15 \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{4} = \frac{3}{7}$	15	1^n	0
$3^b + 3^n$	$20 \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{4}{7}$	20	1^b	1
	SOMME :	210		

Ainsi

$$
\begin{aligned}
P = \tfrac{1}{210}\big[&20 \times \tfrac{1}{2} + 15 \times \tfrac{2}{3} + 10 \times \tfrac{2}{5} + 20 \times \tfrac{3}{5} + 5 \times \tfrac{4}{5} + 4 \times \tfrac{1}{4} + 18 \times \tfrac{1}{2} \\
&+ 12 \times \tfrac{3}{4} + 1 \times 1 + 1 \times 0 + 12 \times \tfrac{1}{3} + 18 \times \tfrac{2}{3} + 4 \times 1 \\
&+ 5 \times 0 + 20 \times \tfrac{1}{2} + 10 \times 1 + 15 \times 0 + 20 \times 1\big] \\
= \tfrac{1}{210}\big[&10 + 10 + 4 + 18 + 4 + 1 + 9 + 9 + 1 + 4 + 12 \\
&+ 4 + 10 + 10 + 20\big] \\
= \tfrac{120}{210} &= \tfrac{4}{7};
\end{aligned}
$$

conformément au théorème.

Extension de la notion du rapport anharmonique. *Définition de ce rapport pour le* n^e^ *ordre en général. Son utilité dans l'étude des courbes et surfaces supérieures;* par M. F. Folie, membre de l'Académie.

Tous ceux qui se sont occupés de géométrie supérieure savent qu'elle repose presque tout entière sur les propriétés qui dérivent de la considération du rapport anharmonique; ouvrez les ouvrages des deux géomètres les plus célèbres des temps modernes, Steiner et Chasles, vous y trouverez le rapport anharmonique, comme point de départ de toutes leurs théories.

Ce rapport fameux, qui était connu des Grecs, et auquel M. Chasles, en écrivant son Histoire des progrès de la Géométrie, a donné le nom qu'il porte et qu'il conservera dans la science, conduit, comme on le sait, à la théorie de l'involution, d'où sont sortis les beaux théorèmes de Pascal et de Brianchon.

Poncelet, qui a eu tant d'heureuses inspirations a, peut-être, négligé la meilleure d'entre elles : il a généralisé le théorème de Desargues, complété par Sturm, en l'étendant aux faisceaux de courbes supérieures, et ne semble pas avoir aperçu l'importance capitale de son théorème; il a même laissé à M. De Jonquières l'honneur de définir, sous le nom d'involution du n^e ordre, la propriété qu'il avait découverte.

Plus tard, nous avons nous-même retrouvé, en suivant une voie propre, cette involution qui nous était restée inconnue parce que, jusqu'à cette époque, la géométrie supérieure n'avait fait qu'incidemment l'objet de nos études; et nous y étions arrivé par la considération des figures polygonales ou polyédrales conjuguées inscrites ou circonscrites à des courbes ou à des surfaces. Notre méthode nous avait amené à étendre, à ces figures, les théorèmes de Pappus, de Desargues, de Pascal et de Brianchon, et, en généralisant notre extension du théorème de Desargues, à retrouver le théorème de Poncelet (*).

Mais, pour que l'analogie fût complète entre ces théories et celles des coniques, il manquait encore une pierre à l'édifice, et même la pierre angulaire.

L'involution du second ordre se déduisant du rapport anharmonique, celle du n^e ordre devait se déduire d'un rapport analogue à ce dernier.

Que des hommes de génie, comme Steiner et Chasles, n'y aient pas songé, cela s'explique : la combinaison de rapports anharmoniques du second ordre leur permettait, en effet, de se passer, dans l'étude des courbes supérieures, de rapports plus compliqués.

Mais que Poncelet, l'inventeur de l'involution du n^e ordre, n'y ait pas pensé davantage, on le conçoit déjà moins, et c'est là précisément ce qui nous fait penser qu'il n'a pas accordé à sa découverte l'attention, ou, si l'on veut, la méditation qu'elle méritait d'exciter.

On eût pu nous adresser, avec bien plus de raison, le même reproche, si, après avoir démontré, pour les courbes et les surfaces supérieures, les théorèmes analogues à ceux de Pappus, de Desargues, de Pascal et de Brianchon pour les coniques, nous ne nous étions pas dit que, tous ces théorèmes n'étant, au fond, que des expressions différentes ou des corollaires de la propriété anharmonique de cinq points ou de cinq tangentes d'une conique, les théorèmes que nous avions découverts de-

---

(*) V. *Fondements d'une géométrie supérieure cartésienne.* Bruxelles, Hayez, 1872.

vaient être, eux aussi, des expressions différentes ou des corollaires d'une certaine propriété anharmonique des courbes ou des surfaces supérieures.

Et cependant, ce n'est que cette année-ci même, en reprenant, dans nos leçons de géométrie supérieure, la recherche du rapport anharmonique dans les systèmes de trois bilatères (*) ou de trois digones (**) conjugués entre eux, que nous avons trouvé un procédé se prêtant aisément à la généralisation désirée.

En l'appliquant d'abord à un système de trois trilatères conjugués, nous avons eu la bonne fortune de rencontrer un rapport et des propriétés, analogues, de tous points, au rapport et aux propriétés anharmoniques des bilatères ou des coniques.

Ce pas fait, la généralisation complète s'ensuivait d'elle-même. Quel nom fallait-il donner à ce nouveau rapport? Fallait-il généraliser le terme de *double rapport* (***), sous lequel Steiner dénomme le rapport anharmonique? C'eût été possible, comme nous le montrerons plus bas; mais cela eût compliqué de beaucoup l'expression de ce rapport, qui, pour se généraliser commodément, ne doit plus, on va le voir, s'écrire sous la forme d'un double rapport.

Fallait-il faire du terme de M. Chasles un genre, et le diviser en sous-genres, qu'on aurait appelés dianharmoniques, trianharmoniques, etc.? A côté de certains avantages, cette terminologie avait le grave inconvénient de substituer au mot anharmonique, que les Français, les Anglais

---

(*) Trois couples de droites tels que chacun est déterminé par les jonctions des intersections des deux autres,

(**) . . . points . . . . intersections des jonctions . . Ces deux systèmes forment, chacun, un quadrilatère complet.

(***) *Doppeltverhältniss.*

et les Italiens et même les Allemands ont adopté à la suite de M. Chasles, et qui ne périra pas, un terme nouveau et même un peu barbare.

Nous avons donc préféré de conserver le terme même de M. Chasles, qui a illustré les publications de notre Académie il y a quarante ans, et qui, sous son acception plus générale, est peut-être destiné à y ajouter quelque lustre encore.

Le rapport anharmonique, dans les coniques, sera donc le rapport anharmonique du second ordre; dans les courbes supérieures, le rapport analogue s'appellera *rapport anharmonique du* n^{me} *ordre.*

Le temps nous fait défaut pour développer les propriétés de ce rapport anharmonique du n^e ordre.

Il faudra que nous nous bornions à en énoncer les principales, en nous limitant même, dans cette note, au 3^e ordre.

On sait que, si les chiffres 1, 2, 3, 4 représentent, à la manière des lettres a, b, c, d, quatre points en ligne droite, le rapport anharmonique de ces quatre points, sous l'une de ses formes, est

$$(1, 2, 3, 4) = \frac{12}{14} : \frac{32}{34}\cdot$$

Nous l'écrirons sous la forme plus commode, et surtout plus commodément généralisable

$$(1, 2, 3, 4) = \frac{12.34}{41.23},$$

dans laquelle on voit que le numérateur est le produit des distances mutuelles de deux couples, et que le dénominateur est un produit analogue, formé en transportant le dernier chiffre du numérateur au premier rang, sans altérer le rang des autres chiffres.

Ceci posé, considérons six points en ligne droite 1, 2...6;

l'une des expressions du rapport anharmonique de ces six points, ou du *rapport anharmonique du* 3ᵉ *ordre*, sera

$$(1, 2, 3, 4, 5, 6) = \frac{12.34.56}{61.23.45}\cdot$$

De même, le *rapport anharmonique du* 4ᵉ *ordre* serait

$$(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) = \frac{12.34.56.78}{81.23.45.67},$$

et ainsi des autres.

On aurait, évidemment, des expressions analogues pour les rapports anharmoniques des faisceaux du 2ᵉ, du 3ᵉ, du 4ᵉ ordre, etc.

Ces rapports anharmoniques des ordres supérieurs jouissent de propriétés analogues à celles du rapport anharmonique du 2ᵉ ordre.

Ainsi, en nous bornant au 3ᵉ ordre :

Le rapport anharmonique de six points en ligne droite est égal à celui du faisceau qu'on obtient en les joignant à un centre quelconque, et réciproquement.

Ainsi encore, si le lecteur veut bien se rappeler notre définition de deux couples de trilatères conjugués inscrits à une courbe du 3ᵉ ordre (*), il pourra vérifier ce théorème, ainsi que son corrélatif :

Si l'on joint un point quelconque d'une courbe du 3ᵉ *ordre aux extrémités des côtés de deux trilatères conjugués inscrits, le rapport anharmonique du faisceau ainsi formé est constant.*

(J'entends par extrémités d'un côté ses intersections avec les côtés, de noms contraires, du trilatère conjugué; si, par exemple, 1, 2, 3 et 1′, 2′, 3′ désignent les côtés des

---

(*) *Fondements d'une Géom. sup. cart.*, p. p11 et 21.

deux trilatères conjugués, les extrémités du côté 1 seront ses intersections avec les côtés 2′ et 3′, et ainsi de suite, ces intersections étant, du reste, sur la courbe, en vertu de la définition même.)

Enfin, nous croyons qu'il nous sera possible de déduire, de cette extension donnée à la notion du rapport anharmonique, la construction par points des courbes algébriques supérieures, au moyen de théorèmes analogues au suivant :

Les intersections de trois faisceaux du 3^e^ ordre sont sur une courbe du même ordre, qui passe par les centres de ces faisceaux,

théorème dans lequel le terme de *faisceaux de 3^e^ ordre* a une signification précise, que nous développerons prochainement.

On voit, par ces quelques exemples, l'analogie frappante qui existe entre les propriétés du rapport anharmonique du n^{me} ordre, et celles du rapport anharmonique du second.

On pressent déjà que ces propriétés sont la source même de celles que nous avons antérieurement données sous le nom d'*extensions* des théorèmes de *Pappus*, de *Desargues*, de *Pascal* et de *Brianchon*, et qu'elles sont destinées à devenir, pour les courbes supérieures, la base de leur étude, comme le rapport anharmonique du 2^e^ ordre l'est devenu, pour les coniques, entre les mains de Steiner et de Chasles.

Pourquoi ces illustres géomètres ont-il pu se passer, dans la recherche des propriétés des courbes supérieures, de cette notion généralisée du rapport anharmonique, c'est ce que l'on concevra aisément, à l'aide de cette remarque, que *le rapport anharmonique du 3^e^ ordre est égal au quotient de deux rapports anharmoniques du* 2^e^ (au lieu de quotient, on pourrait évidemment dire produit); remarque qui peut s'étendre aux rapports anharmoniques d'ordre supérieur.

On voit, en effet, que le rapport

$$\frac{12.34.56}{61.23.45}$$

peut s'écrire, par exemple,

$$-\frac{12.34.56.14}{41.23.45.61} = -\frac{(1, 2, 3, 4)}{(4, 5, 6, 1)}.$$

Il nous restera bien des propriétés nouvelles à déduire de cette notion du rapport anharmonique du n^e ordre : l'homographie du même ordre est appelée à y jouer un grand rôle.

Déjà M. Le Paige, à qui nous avions communiqué notre idée (*), a formulé les équations analytiques générales de

---

(*) Je dois rendre à M. Le Paige cette justice que, dans le courant de l'été dernier, il m'a parlé de recherches analytiques qui l'avaient conduit à un rapport auquel il donnait le nom d'hyperharmonique, mais sans pouvoir lui trouver une signification géométrique.

Fort occupé en ce moment, et des devoirs de ma charge, et, dans mes moments de loisir, des travaux dont j'ai communiqué différents résultats à l'Académie, dans mes Notes sur l'évolution et sur une synthèse des théorèmes de Pascal et de Brianchon, j'ai tellement perdu de vue cette conversation, que, quand j'ai trouvé, en octobre, la généralisation de la notion du rapport anharmonique, l'idée de M. Le Paige ne m'est pas même revenue un instant à l'esprit. Comme je lui faisais part, selon notre coutume mutuelle, de la découverte que je venais de faire, sans que j'eusse encore eu le temps de la vérifier d'une manière complète, il insista vivement pour en avoir l'expression dans le cas du 3e ordre; à peine la lui eus-je donnée, que je reçus, le même jour, une lettre qui me remit en mémoire notre conversation de l'été.

Cette lettre écrite, je puis l'attester, avant que M. le Paige eût pu se faire une idée nette de ce que j'entendais par rapport anharmonique du n^e ordre, puisqu'en ce moment je m'étais borné à lui en donner l'expression, témoigne qu'il y était arrivé avant moi par l'étude des formes : la signification géométrique lui avait échappé, et c'est pourquoi, sans cette homographie. Antérieurement, il avait découvert, d'une façon tout à fait indépendante, et exclusivement analytique, la notion des points conjugués harmoniques du n^e ordre; et il vient de la rattacher, dans le travail dont j'ai eu l'honneur de rendre compte il y a quelques instants, à notre notion du rapport anharmonique du n^e ordre.

---

doute, il n'a pas accordé à ce rapport l'attention qu'il aurait fallu, et qui lui en eût donné, probablement, la notion précise que je viens d'exposer.

Voici cette lettre, que je me fais un plaisir et un devoir de transcrire, afin de rendre à chacun ce qui lui est dû :

« MON CHER MONSIEUR,

» De retour chez moi, j'ai recherché dans mes notes quelques essais
» que j'avais faits en vue de trouver le rapport anharmonique du n^e ordre
» et j'y rencontre cette indication dans un travail de juillet dernier :

» Rapport hyperharmonique $= \dfrac{(\lambda_0 - \mu_1)(\lambda_1 - \mu_2)(\lambda_2 - \mu_0)}{(\lambda_0 - \mu_0)(\lambda_1 - \mu_1)(\lambda_2 - \mu_2)}$.

» Cette expression concorde entièrement avec votre rapport anharmo-
« nique du 3e ordre.

» En effet, dans cette expression, λ_0, λ_1, λ_2 représentent les distances,
» à partir de l'origine, d'un groupe de trois points; μ_0, μ_1, μ_2, les dis-
» tances d'un second groupe. Or, votre rapport de sinus, étant projectif,
» donne, lorsqu'on remplace les sinus par les segments correspondants,
» l'expression que je viens d'écrire.

» Je me rappelle avoir, à l'époque où cette note a été écrite, énoncé les
» deux théorèmes suivants :

» Six points λ_0, μ_0, λ_2, μ_1, λ_2, μ_2 sont en involution lorsque le rap-
» port hyperharmonique de ces points, pris dans l'ordre direct, est égal
» au rapport hyperharmonique de ces mêmes points, pris dans l'ordre
» inverse »

« Six points λ_0, μ_0; λ_1, μ_1; λ_2; μ_2 sont en évolution lorsque le rap-
» port hyperharmonique de ces points, pris dans l'ordre direct, est égal,
» au signe près, au rapport hyperharmonique de ces mêmes points, pris
» dans l'ordre inverse. »

« J'avais été amené à la conception du rapport hyperharmonique par
» des considérations purement analytiques.

» Je me propose de reprendre ces recherches afin de les étendre au cas

Nous comptons bien communiquer à la classe, lors de sa prochaine séance, le résultat des recherches que nous allons poursuivre dans cette direction; et nous croyons pouvoir espérer que les quelques pages qui précèdent ne seront pas lues sans intérêt par les géomètres.

Recherches sur la structure de l'appareil digestif et sur les phénomènes de la digestion chez les Aranéides dipneumones; par M. Félix Plateau, membre de l'Académie.

TROISIÈME PARTIE.

PARTIE PHYSIOLOGIQUE, OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES SUR LA DIGESTION.

§ XV.

AVANT-PROPOS.

Dans son *Traité d'histologie de l'homme et des animaux* (1), M. Leydig s'exprimait ainsi : « Au point de vue » des phénomènes intimes qui se passent dans les organes » isolés composant le système de la digestion, nous » n'avons, à cause de l'exiguïté de nos connaissances sur

---

» du n^e ordre : j'espère pouvoir compléter, pour la prochaine séance de » l'Académie, un travail sur cet objet, faisant suite à mon précédent Mé» moire.

» Recevez, etc.

» C. Le Paige.

» Herstal, le 26 octobre 1877. »

Ce dernier travail est celui même sur lequel nous venons de faire notre rapport à la classe.

(1) Traduction française. Paris, 1866, p. 413.

» l'économie vitale de la plupart des animaux, que peu de » notions arrêtées. » Cet aveu d'impuissance, nous pouvions tous le faire pour les invertébrés à l'époque où ces lignes ont été écrites; mais aujourd'hui des efforts ont été effectués en ce qui concerne les Arthropodes ; je citerai le travail de M. Jousset de Bellesme sur la Blatte orientale (1), les recherches récentes de M. Hoppe-Seyler sur l'Écrevisse (2) et mes propres Mémoires sur la digestion chez les Insectes en général (3), chez les Myriapodes (4), chez la Blatte américaine (5) et chez les Phalangides (6). S'il y a quelques désaccords entre les résultats de ces différents essais, ils ne portent que sur des détails et leurs auteurs sont bien près de s'entendre.

Pour les Arachnides en particulier, il n'existait, sauf quelques petites observations de peu d'importance dont je parlerai plus loin en traitant de points spéciaux, que les expériences de M. E. Blanchard sur la digestion chez les Scorpionides (7). N'ayant pas eu l'occasion, jusqu'à présent, de me procurer de scorpions à l'état vivant, je ne me permettrai pas de porter un jugement sur les recherches du savant professeur du Muséum d'histoire naturelle de Paris. On a vu que, pour les autres groupes d'Arachnides, j'ai cherché à combler une première lacune par ma Note sur les Phalangides citée plus haut. La troisième partie du Mémoire actuel qui a pour objet les phénomènes digestifs chez les *Aranéides dipneumones*, est un pas de plus dans cette voie. Si le travail a tardé longtemps à paraître, c'est que la difficulté du sujet m'arrêtait à chaque pas et que je n'ai voulu livrer mes résultats à la publicité qu'après les avoir soumis au contrôle d'expériences variées et répétées.

---

(1) *Recherches expérimentales sur la digestion des insectes et, en particulier, de la Blatte.* Paris, 1875.

(2) *Ueber Unterschiede im chemischen Bau und der Verdauungs höherer und niederer Thiere* (Archiv. für die gesammte Physiologie de Pflüger. Bd. 14, 1877, p. 395).

(3) *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes* (Mém. de l'Acad. roy. de Belgique, t. XLI, 1874).

(4) *Recherches sur les phenomènes de la digestion et sur la structure de l'appareil digestif chez les Myriapodes de Belgique* (Mém. de l'Acad. roy. de Belgique, t. XLII, 1876).

(5) *Note sur les phénomènes de la digestion chez la Blatte américaine* (Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique, 2e série, t. XLI. juin 1876).

(6) *Note sur les phénomènes de la digestion et sur la structure de l'appareil digestif chez les Phalangides* (ibid , novembre 1876).

(7) *Organisation du règne animal, Arachnides,* pp. 66, 67, 68, 69, 70. — *Des fonctions du foie chez les Arachnides* (Comptes rendus, t. XLI, 1855), p. 1256.

Les deux premières parties traitant de la structure des organes de la digestion me dispenseront de toute description anatomique nouvelle.

§ XVI.

NOURRITURE, ÉTAT DANS LEQUEL LES ALIMENTS SONT INTRODUITS DANS LE TUBE DIGESTIF.

Les larves d'Insectes, au sortir de l'œuf, mangent, en général, immédiatement la nourriture mise à leur portée (1); les araignées fraîchement écloses, au contraire, restent pendant longtemps, ainsi que l'ont observé Claparède (2) et d'autres, sans prendre aucun aliment ; le développement s'opérant uniquement alors aux dépens de la masse de vitellus non encore assimilé qui remplit le tube digestif dilaté.

Quant aux adultes, je ne récrirai pas ici ce qu'on trouve dans tous les traités généraux sur les Aranéides, touchant la nature de leur alimentation qui se compose, comme on le sait, d'Insectes capturés par différents procédés ; je me bornerai à dire quelques mots sur une question posée il y a deux siècles par Lister (5) : « Les Aranéides se bornent-» elles à sucer leur proie et n'en avalent-elles *aucune* » *partie solide?* » Je me suis vu obligé de traiter ce point de détail, parce que j'ai pu constater que la question de Lister était résolue d'une façon très-fautive par les auteurs modernes.

---

(1) Voyez Lacordaire, *Introduction à l'entomologie*, t. I, pp. 125 et 126, et d'autres ouvrages généraux.

(2) *Recherches sur l'évolution des Araignées* (Natuurkundige Verhandelingen de la Soc. des Arts et des Sciences d'Utrecht, 1862, p. 58).

La plus ancienne hypothèse a consisté à supposer que les araignées suçaient leurs victimes par la petite ouverture terminale des crochets de leurs chélicères. Geoffroy (1) puis C. Dumeril (2) soutinrent cette opinion que je ne mentionne que pour mémoire.

Suivant une autre manière de voir qui, je le répète, a encore des adhérents aujourd'hui, l'araignée se livre à une sorte de mastication et avale une plus ou moins grande quantité des parties solides de sa proie. De Geer croyait avoir constaté que les araignées peuvent percer le papier à l'aide de leurs pièces buccales (5). Geoffroy, que je citais plus haut, dit avoir vu des Argyronètes dévorer des Insectes « en sorte qu'il restait à peine quelque vestige des ani-» maux qu'elles avaient mangés » (4). Walckenaer admettant le même fait comme général dit : « Cependant l'araignée ne digère que les parties molles des Insectes, et » dans ses excréments d'un blanc de lait on aperçoit souvent des portions de pattes de mouches et autres parties » dures non digérées » (1). Enfin M. Menge (2), puis MM. Will et Gorup-Besanez signalent aussi des débris noirs de téguments d'Insectes dans les excréments des Épéires (3).

---

(1) *Some general enquiries concerning Spiders* (PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS, vol. VI, 1671, n° 72), p. 2172.

(2) *Histoire abrégée des Insectes qui se trouvent aux environs de Paris,* 1762, t II, p. 636.

(5) *Zoologie analytique.* Paris, 1806, p. 290.

(4) *Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes*, t VII. Stockholm, 1778, p. 206.

(5) *Histoire abrégée des Insectes qui se trouvent aux environs de Paris,* op. cit., p. 636.

J'admets parfaitement avec Dorthes (4), Dugès (5) et Menge (6) que les araignées broient plus ou moins leur proie et la rejettent ensuite après en avoir exprimé les sucs ; mais tout le reste est le résultat de mauvaises observations. A quoi se résument, en effet, les faits signalés? à l'Argyronète que Geoffroy aurait vu dévorer de petits articulés et aux débris d'insectes indiqués par d'autres auteurs dans les excréments de plusieurs Aranéides. Or, j'ai élevé des Argyronètes et j'ai pu constater que si l'on donne une mouche à un de ces curieux animaux, la mouche est mise en pièces, mais que tous ses fragments, après avoir été sucés, sont fixés, à l'aide de fils, à la paroi du bocal, le tout formant, hors de l'eau, une toile plate, blanche et irrégulière. Des Tégénaires, des Amaurobies, des Épéires, etc., que j'ai nourries, se sont toujours bornées à sucer les Insectes et ne les mangeaient pas.

---

(1) *Histoire naturelle des Insectes aptères*, t. I, p. 169.

(2) *Ueber die Lebensweise der Arachniden* (*Neuesten Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig*, 4. Bd. I. Heft., 1843), p. 19.

(3) *Guanin ein Wesentlicher Bestandtheil gewisser secrete wirbelloser Thiere* (*Gelehrte Anzeigen herausgegeben von Mitglidern der K. Bayer. Akademie der Wissenschaften*, 27, Bd. Juillet à décembre 1848, n° 233, colonne 823).

(4) *Observations on the structure and œconomy of some curious species of Aranea* (*Transactions of the Linnean Society of London*, t. II, p. 86. Read. 1792).

(5) *Traité de physiologie comparée*, t. II. Paris, 1838, p. 323.

(6) Op. cit., p. 19.

Quant aux prétendus débris d'Insectes dans les excréments, je renvoie le lecteur au § XX ; il y verra que le liquide blanc de la poche stercorale renferme toujours de petits corps noirs ou brunâtres, mais que ceux-ci, d'une nature constante et toute spéciale, ne sont *jamais* des fragments d'animaux.

Enfin, j'ajouterai que l'examen microscopique du contenu du tube digestif de centaines d'araignées ne m'a, en aucune occasion, permis de constater le plus petit corps avalé à l'état solide.

Je puis donc affirmer que les Aranéides se bornent à sucer les Insectes et n'en absorbent que les parties réellement liquides ; l'étroitesse capillaire de l'œsophage aurait, du reste, dû le faire admettre a priori.

§ XVII.

LES ALIMENTS DANS L'INTESTIN BUCCAL (1).

Il est assez aisé, en s'appuyant sur des faits physiques bien connus et en s'aidant d'expériences simples, de se faire une idée à peu près nette du jeu des différentes parties de l'intestin buccal.

La proie ou l'une ou l'autre de ses portions ayant été écrasée entre les coxopodites des pattes-mâchoires, les liquides exprimés pénètrent dans le pharynx, l'œsophage et l'organe de succion, pour être ensuite chassés dans l'intestin moyen. Il est plus que probable, il est évident, que la capillarité joue un rôle important dans la première partie de ces phénomènes ; en effet, on sait que l'eau monte déjà à une hauteur d'environ 3 centimètres dans un tube de verre d'un millimètre de diamètre intérieur, et que cette ascension est d'autant plus prononcée que le tube est plus étroit. Or l'œsophage de nos Aranéides indigènes a, au maximum, quelques dixièmes de millimètre de diamètre intérieur (1 dixième chez l'Épéire diadème) et la longueur totale de l'intestin buccal ne dépasse guère 3 millimètres. Par conséquent, dès que l'intestin buccal est en contact, par son extrémité libre, avec des liquides animaux, il se remplit immédiatement au moins jusqu'à l'organe de succion ; la dilatation de celui-ci active évidemment l'appel.

---

(1) Voyez pour la structure de l'intestin buccal, le § V de la première partie.

En second lieu, l'étroitesse capillaire de l'œsophage a un autre rôle bien remarquable que je vais faire ressortir : L'organe de succion est une petite pompe aspirante et foulante. Un pareil organe exige ordinairement deux soupapes (valvules, sphincters musculaires, etc.), l'une au point où y aboutit le tube d'appel (œsophage), l'autre au point d'où part le tube de sortie (intestin moyen). Or le faible diamètre de l'œsophage amène cette simplification qu'une seule soupape suffit, à l'origine de l'intestin moyen. En effet, si l'on construit un petit appareil composé (fig. 93, pl. III), d'une petite sphère creuse en caoutchouc *a* de 2 ou 3 centimètres de diamètre, représentant la poche de succion ; la compression exercée par les doigts et l'élasticité remplaçant ici le jeu des muscles ; d'un petit tube de verre étiré, très-étroit, *b* figurant l'œsophage et d'un tube de verre *c* de 5 millimètres de diamètre, figurant l'intestin moyen, on peut constater ce qui suit : l'orifice du tube large *c*, étant bouché à l'aide du doigt et la sphère comprimée, on plonge le tube étroit *b* dans l'eau et abandonnant la sphère à son élasticité, on la laisse se remplir de liquide; puis retirant le tube étroit de l'eau, laissant les orifices des deux tubes *libres*, on comprime la sphère; on voit alors la résistance à l'écoulement des liquides dans les tubes étroits faire bouchon du côté du tube *b* et la *totalité* de l'eau être projetée par le tube plus large *c*.

Le mécanisme est donc très-simple; il demande une seule soupape ou valvule à l'origine de l'intestin moyen. Je ne l'ai ni décrite ni vue; mais on comprendra facilement qu'il suffirait de petits replis valvulaires ou même de quelques fibres musculaires annulaires qui peuvent échapper à l'examen pour que le résultat fût atteint.

Dans le § XI de la deuxième partie (*Amaurobius*), j'ai fait ressortir combien il était remarquable de voir les jeunes, à une période de leur vie où ils ne prennent encore aucune nourriture, posséder un œsophage très-large, œsophage qui se rétrécit et finit par devenir proportionnellement très-étroit au moment où l'alimentation par succion s'établit. Ce fait curieux me semble apporter un argument d'un certain poids en faveur des idées que je viens d'émettre plus haut.

La présence d'une cuticule doublant l'intérieur de l'intestin buccal et l'absence bien constatée d'épithélium, au moins dans le pharynx et l'œsophage, ne permettent d'admettre aucune sécrétion de la part des parois. Un seul organe glandulaire existe sur le trajet de cette portion du canal alimentaire, c'est la glande pharyngienne (je ne parle pas de l'exception présentée par les Épéires). Nous avons vu (§ V de la première partie) que Wasmann et M. von Siebold lui attribuent la fonction d'une glande salivaire. Cette opinion peut être admise et je n'ai aucun argument à lui opposer; mais rien non plus n'autorise une affirmation à cet égard; car, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, lors de la description de cet organe, ses dimensions excessivement petites ne permettent aucune tentative expérimentale.

§ XVIII.

RÔLE DE LA PORTION CÉPHALOTHORACIQUE DE L'INTESTIN MOYEN.

Au point de vue *mécanique*, les poches nombreuses et souvent spacieuses, les cœcums, en un mot, de la portion céphalothoracique de l'intestin moyen n'ont qu'un rôle passif. L'absence totale d'éléments musculaires dans la composition de leurs parois exclut toute idée d'appel de liquide par dilatation ou d'expulsion du contenu par contraction. Si réellement les cœcums servent de réservoirs, il faut admettre que les liquides nutritifs n'y pénètrent que sous l'action de la poussée de l'organe de succion et n'en sortent, pour passer dans l'intestin abdominal, que sous l'influence de l'élasticité des parois ou de la compression produite par des masses musculaires voisines et externes.

Il a semblé très-simple aux auteurs qui se sont occupés, jusqu'à présent, de l'anatomie des Arachnides, de considérer les cœcums céphalothoraciques comme des réservoirs de nourriture. M. Blanchard seul nous a donné une certaine preuve à cet égard ; parlant des cœcums des Thélyphones, il dit : « Dans certains cas on les voit très-dilatés ; » au contraire, chez les individus qui ont subi un long » jeûne, ils sont plus ou moins flasques et aplatis » (1). Mais la questien est loin d'être aussi aisément résolue;

---

(1) *Organisation du règne animal* (*Arachnides*), p. 155.

ainsi qu'on va le voir, elle est des plus embarrassantes.

1° Les tentatives pour retrouver les liquides alimentaires dans les cœcums en les chargeant de matières colorantes ne m'ont pas réussi. A différentes reprises, j'ai donné à des araignées en captivité de grosses mouches vivantes dans l'abdomen desquelles j'avais injecté une forte dose de carmin délayé dans un peu d'eau. Mais, dans le cas en question, les araignées suçaient les mouches par le thorax, de sorte que l'absence de carmin dans les cœcums ne m'apprenait rien.

2° Le revêtement épithélial des cœcums est assez important pour permettre de les regarder comme constituant un groupe glandulaire. M. Gegenbaur, dans son *Traité d'anatomie comparée*, admet, chez les articulés, deux formes d'organes appendiculaires sécrétoires s'ouvrant dans l'intestin moyen, les uns dans sa partie antérieure, les autres dans sa partie postérieure; la seconde forme n'étant qu'une modification de la première. « Ces deux » formes d'expansion (cœcums céphalothoraciques et » glande abdominale ou prétendu foie), dit-il, concourent » aussi à constituer les appendices de l'intestin chez les » Arachnides » (1). A la vérité, le savant professeur d'Heidelberg regarde les cœcums céphalothoraciques comme n'ayant pas encore atteint la nature de glandes ; mais c'est que, comme la plupart des auteurs de traités généraux, il s'est fié aux descriptions des autres. Ne trouve-t-on pas, en effet, dans un ouvrage récent sur les Aranéides, cette phrase que je citerai comme exemple : « Le tissu de l'es» tomac..... examiné sous les plus forts grossissements, » ne présente aucun vestige de glandes ni d'organes sécré» toires d'un liquide digestif. » On a vu, par toutes les descriptions et les figures que j'ai données, combien une pareille assertion est inexacte.

---

(1) *Man. d'anat. comp.*, trad franç. Paris, 1874, p. 388.

3° J'ai observé, et les premières fois avec beaucoup d'étonnement, que dans un grand nombre de cas, lorsque j'étudiais les deux régions thoracique et abdominale chez le même individu, la coloration des cœcums céphalothoraciques répétait en plus pâle celle de la glande abdominale. Ce que l'on peut expliquer, il est vrai, de trois manières différentes :

a. Une analogie fortuite entre les couleurs des granulations des cellules épithéliales.

b. La pénétration d'une quantité plus ou moins grande des produits de sécrétion de la glande abdominale dans les cœcums.

c. L'exactitude de l'hypothèse de M. Gegenbaur ; le groupe des cœcums faisant partie du système glandulaire général de l'intestin moyen.

J'ai cru reconnaître parfois, par exemple, chez les Lycoses, la présence dans les cœcums céphalothoraciques, de globules graisseux colorés et d'autres éléments provenant de la glande abdominale, ce qui pourrait donner raison à la seconde explication (*b*).

On voit donc qu'il n'est pas si aisé de délimiter nettement le rôle des cœcums céphalothoraciques des Aranéides, et si je n'ai pas à offrir moi-même de solution positive, je crois avoir bien fait en signalant l'existence d'une lacune à combler.

Le bel épithélium des cœcums, la nature de leur contenu qui se compose, en général, d'un liquide incolore dans lequel flottent des granulations fines et de nombreuses gouttelettes huileuses colorées, indiquent, dans tous les cas, des organes à sécrétion active. Quelle est la nature de cette sécrétion ? Presque tous les auteurs ont appelé cette portion du tube digestif *estomac*, et, depuis les expériences de M. Blanchard sur le Scorpion (1), M. Simon (2), M. H. Lebert (3) et probablement d'autres y ont admis la digestion des matières albuminoïdes sous l'influence d'un *suc gastrique acide* sécrété, suivant MM. Blanchard et Simon, par un groupe glandulaire externe à cet estomac et y déversant son produit.

Voici ce que j'ai observé chez les Aranéides dipneumones: Si la portion céphalothoracique de l'intestin moyen et ses cœcums recevaient une sécrétion acide, la réaction de leur contenu devrait être acide; or si, employant le procédé de M. Jousset de Bellesme, on dépose sur une plaque de verre posée sur un papier blanc, l'ensemble ou une partie des cœcums d'une araignée, si l'on ajoute une goutte ou deux d'une teinture de tournesol bleu très-sensible rougissant pour un vingt-millième d'acide chlorhydrique en solution, et si l'on couvre d'un petit verre à couvrir, on n'observe jamais la moindre trace d'auréole rosée même faible. J'ai répété ces essais avec des cœcums de *Tegenaria domestica*, *T. civilis*, *Amaurobius ferox*, *Epeira diadema*, etc., pris immédiatement après la mort chez des individus capturés pour ainsi dire au moment des expériences. Le même mode d'opérer, à l'aide de la teinture de Dahlia qui accuse aisément une alcalinité faible (4), ne donne rien non plus. La réaction du contenu du prétendu estomac est donc neutre.

---

(1) *Organisation du règne animal* (*Arachnides*), op. cit, p, 66.

(2) *Histoire naturelle des Araignées*, Paris, 1864, p. 20.

(3) *Die Spinnen der Schweiz*. (NOUVEAUX MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES. Bd. XXVII. Zurich, 1877.) Page 24 des tirés à part.

(4) Elle indique un dix-millième de soude caustique en solution.

Mais on pourrait m'objecter que je n'ai pas essayé la réaction de l'organe sécrétoire externe s'il existe, que l'acidité de la sécrétion peut être masquée dans les cœcums, etc. Le seul organe qui, chez les Dipneumones, représente vaguement la masse glandulaire figurée par Wasmann (1) et M. Blanchard (2) chez les Mygalides, est ce que j'ai appelé le tissu adipeux sternal (§ VI de la première partie). En essayant la réaction de ce dernier dans lequel il m'est impossible de voir une glande avec la meilleure volonté du monde, j'ai obtenu quelquefois, à l'aide de tournesol sensible à un vingt-millième d'acide, une très-légère auréole violacée fort difficile à apercevoir et, la plupart du temps, un résultat absolument nul. L'acidité de ce tissu est donc tellement faible qu'il serait futile, surtout en présence de sa structure microscopique, de vouloir faire jouer un rôle à cette acidité dans l'acte de la digestion.

Nous pouvons admettre que les matières ingérées introduites dans les cœcums céphalothoraciques, y subissent l'action de la sécrétion de la glande pharyngienne et de la sécrétion neutre des cellules épithéliales de ces poches; mais rien ne nous permet d'avancer l'existence d'un suc gastrique analogue à celui des vertébrés. Bien plus, tout, comme je vais le montrer, nous prouve que, si la digestion proprement dite commence dans la partie céphalothoracique du tube digestif, elle s'opère principalement plus loin, par l'action puissante du liquide sécrété par la *glande abdominale* ou prétendu *foie* des Aranéides.

---

(1) *Beiträge zur Anatomie der Spinnen*, op. cit, pl. XIII, fig.17, S.

(2) *Organisation du règne animal*, op. cit, pl XIV, fig. 1, 2 et 6.

§ XIX.

DIGESTION DANS LA PORTION ABDOMINALE DE L'INTESTIN MOYEN.

A. *Historique de la question.*

Quelques mots d'historique sont nécessaires, les résultats que je vais rappeler étant autant de points acquis d'une grande importance.

Dans mon Mémoire sur la digestion chez les Myriapodes (1), faisant allusion aux travaux auxquels je me livrais sur la digestion chez les Crustacés décapodes, je disais déjà : « Le prétendu estomac des Crabes et des » Écrevisses n'est qu'une dilatation de l'intestin buccal » (GEGENBAUR, *Manuel d'anat. compar.*, trad. franç., p. 575), » il ne s'y fait aucune sécrétion locale *digestive ;* cependant, les aliments albuminoïdes y sont dissous, transformés en une sorte de peptone par des liquides provenant » des portions suivantes du tube digestif et filtrant au travers des fentes de l'appareil valvulaire appelé jusqu'à » présent pylorique, tandis que cette même valvule retient » les aliments tout le temps nécesaire dans le faux » estomac. »

Quelques mois plus tard, dans mon travail sur les phénomènes de la digestion chez les Arachnides Phalangides (2), je prouvais expérimentalement que le liquide neutre sécrété en abondance par les cœcums glandulaires représentant ici la glande abdominale des araignées, constitue le liquide digestif par excellence, ayant une action faible sur les matières féculentes, émulsionnant activement les graisses et dissolvant les substances albuminoïdes.

---

(1) Op. cit., p. 42, note 4.

(2) BULLETIN ACAD. ROY. DE BELGIQUE, 2e série, t. XLII, n° 11, novembre 1876.

A la page 748 de la même notice (1), j'écrivais : « Des » recherches expérimentales déjà très-avancées m'ont » démontré que la glande volumineuse appelée foie chez » les Crustacés décapodes, glande qui déverse son produit » dans l'intestin moyen de ces animaux, n'était autre » chose que l'organe de sécrétion du liquide digestif destiné à l'émulsion des graisses et à la dissolution des » albuminoïdes. Récemment, M. Jousset de Bellesme m'a » dit être arrivé à des résultats tout semblables ; enfin, de » nombreuses expériences sur le soi-disant foie des Aranéides dont les canaux s'ouvrent aussi dans l'intestin » moyen, m'ont prouvé qu'il n'y avait ici du foie que l'apparence, que le liquide sécrété était encore une fois le » liquide digestif principal émulsionnant les corps gras, » transformant les albuminoïdes en peptones et produisant du glucose aux dépens des matières amylacées. »

En dernier lieu, M. Hoppe-Seyler, le savant professeur de chimie physiologique de l'Université de Strasbourg, travaillant d'une façon absolument indépendante et ignorant l'existence de nos recherches, a publié sur les phénomènes digestifs chez l'Écrevisse (2), une notice qui confirme d'une manière remarquable et bien flatteuse pour nous les résultats auxquels nous étions parvenus.

---

(1) Page 32 du tiré à part.

(2) *Ueber Unterschiede im chemischen Bau und der Verdauungs höherer und niederer Thiere* (Archiv. für die gesammte Physiologie de Pflüger. Bd. 14, 1877, p. 395).

Je résumerai, en quelques mots, la portée du travail de M. Hoppe-Seyler :

1° Une véritable digestion stomacale, comme il existe chez les vertébrés, manque entièrement chez l'Écrevisse.

2° Le liquide digestif est produit par la glande volumineuse appelée improprement foie.

3° Ce liquide faiblement acide renferme un ferment amenant rapidement, à la température ordinaire, la transformation et la dissolution des albuminoïdes.

4° Le ferment en question est totalement différent de la pepsine des vertébrés. L'addition de quelques gouttes d'eau contenant 0,2 pour cent d'acide chlorhydrique, loin d'activer son effet, arrête complétement son action (1). Ce ferment se comporte chimiquement d'une matière très-analogue au ferment pancréatique.

5° Le liquide sécrété par la glande de l'Écrevisse transforme de plus les féculents en glucose et dédouble les graisses en acide et glycérine.

6° La glande digestive de l'Écrevisse n'a aucun des caractères d'un foie; le liquide qu'elle sécrète n'est pas de la bile, il ne renferme ni acides biliaires, ni matières colorantes biliaires, substances qui ne font cependant défaut chez aucun vertébré.

Cette revue rapide ayant permis au lecteur de se faire une idée de l'état de la question, je vais exposer mes résultats personnels touchant les fonctions de la glande abdominale ou faux foie des Aranéides, résultats pour la plupart desquels j'avais déjà pris date dans ma note de 1876 sur les phénomènes de la digestion chez les Phalangides, antérieurement, par conséquent, à tout autre travail analogue.

---

(1) Fait important que j'avais déjà entrevu chez les Insectes. Voyez l'article G, n° 1 de ce paragraphe.

B. *Aspect du liquide sécrété par la glande abdominale des Araignées.*

Ce liquide, qu'on ne peut guère se procurer en quantité appréciable qu'en broyant la glande avec un peu d'eau et filtrant, est généralement jaunâtre. A l'état absolument normal, tel qu'on l'observe au microscope dans l'intestin moyen abdominal, il est jaunâtre aussi, parfois vert (*Epeira umbratica*) et charrie des cellules épithéliales devenues sphériques, de fins granules colorés provenant de ces mêmes cellules et de nombreux globules graisseux, mais point de cristaux préformés. Une remarque est nécessaire quant à ce dernier fait : lorsqu'on écrase la glande abdominale d'une araignée sur une plaque de verre, le microscope montre parfois une quantité énorme de petits cristaux ; ces cristaux ne proviennent pas de la glande elle-même, mais des tubes de Malpighi qui se ramifient à l'infini entre ses cœcums ; nous y reviendrons plus tard à propos des organes excréteurs.

La réaction de la glande est constamment *très-légèrement acide;* l'auréole rosée que l'on obtient par la teinture de tournesol bleu sensible à un vingt-millième d'acide chlorhydrique en solution, est incontestable. Le liquide que l'on obtient en broyant la glande avec un peu d'eau ne coagule pas le lait à froid, mais la coagulation a lieu après quelques secondes d'ébullition. Treviranus, en signalant la réaction comme alcaline, a donc commis une erreur (1), excusable, il est vrai, si l'on se reporte aux procédés alors en usage.

C. *Action sur les matières albuminoïdes* (2).

J'ai effectué de nombreuses expériences ; j'en détaillerai une pour faire comprendre le mode d'opérer et je ferai suivre du résumé de quelques autres.

I. Un premier tube à réaction reçoit : les glandes abdominales de deux Argyronètes broyées avec un volume à peu près égal d'eau distillée, les muscles du vol d'une mouche domestique et trois petites plaques carrées d'albumine de l'œuf coagulée de 1 millimètre de côté et de $^1/_2$ millimètre d'épaisseur.

Un tube témoin renferme de l'eau distillée seule, des muscles de vol de mouche et des plaques d'albumine, comme plus haut.

Chacun de ces tubes est enfermé dans une chambre humide constituée par un flacon bouché à l'émeri et contenant quelques centimètres d'eau.

Température + 23°, C. Durée de l'expérience, 23 h. 30′.

Au bout de ce temps, dans le premier tube, aucun phénomène de putréfaction ne s'est manifesté, pas d'odeur particulière. Les carrés d'albumine sont devenus jaunes, diffluents; ce ne sont plus que de petites masses arrondies visqueuses que le faible poids d'un petit verre à couvrir écrase immédiatement. Les muscles de mouche sont entièrement dissous ; il n'en reste que les trachées qui, en raison de leur nature chitineuse, devaient résister indéfiniment.

---

(1) *Verm. Schr.*, op.cit., p. 8. Erreur malheureusement copiée dans des ouvrages récents.

(2) Voyez plus loin l'intitulé : *La glande abdominale possède-t-elle des propriétés pancréatiques?*

Dans le tube témoin à l'eau pure, les corps en digestion sont intacts ; ainsi les carrés d'albumine restés blancs, à arêtes nettes, supportent, sans déformation ni écrasement, le poids d'un verre à couvrir. (Voyez plus loin, à ce sujet, IV.)

II. Expérience à peu près identique : Une seule glande abdominale de Tégénaire domestique, cubes d'albumine de $^2/_3$ de millimètre de côté et muscles du vol de *Calliphora vomitoria.* Température + 22° C ; durée de l'expérience, 22 h. 30′. Un tube témoin, comme toujours.

Résultat analogue; mais la masse glandulaire étant moindre, la température un peu plus basse et la durée quelque peu plus courte, les muscles de mouche, profondément altérés, devenus granuleux et se détruisant au moindre contact, ne sont pas encore complétement dissous.

III. Expérience du même genre : Deux glandes abdominales d'*Epeira diadema,* température + 21° C, durée de l'expérience, 48 heures. La digestion des muscles est complète, mais le mélange dégage une odeur infecte de crustacés pourris. Une couche blanche semblable à une pellicule surnage. Expérience citée pour montrer que lorsque la durée dépasse 24 heures, on a à compter avec une cause d'erreur grave, la putréfaction.

IV. Expérience du même genre : glandes abdominales de deux *Epeira diadema* broyées sans eau, muscles du vol de mouche domestique et trois petits cubes d'albumine. Un tube témoin avec de l'eau pure et les mêmes corps en digestion. Température + 21° C.; durée de l'expérience, 24 heures.

Sous l'action des glandes abdominales, les muscles de mouche sont complétement dissous, les cubes d'albumine devenus diffluents s'écrasent immédiatement sous le poids d'un petit verre à couvrir.

Dans le tube témoin à eau pure, les muscles sont intacts, seulement dissociés en fibrilles,comme je l'ai observé dans toutes mes recherches antérieures chez les Insectes, les Myriapodes et les Phalangides; les cubes d'albumine supportent, sans s'écraser, un verre à couvrir surmonté d'un poids de 10 grammes!

Toutes ces expériences prouvent déjà surabondamment la dissolution des albuminoïdes par le liquide de la glande abdominale. Mais si des muscles de mouche sont des corps désignés naturellement à des essais sur la digestion chez les Arthropodes, on ne peut en dire autant de l'albumine cuite qui est aussi la matière qui s'est montrée la moins facilement soluble dans les expériences de M. Hoppe-Seyler sur l'Écrevisse (1). Comme ce dernier savant, je me suis adressé, et avec succès, à la fibrine fraîche en flocons (fibrine du sang de bœuf).

V. Premier tube: deux glandes abdominales d'*Amaurobius atrox* broyées dans un centimètre cube d'eau ; fragment de fibrine fraîche coupé en un petit cube de 1 $1/_2$ millimètre de côté et traversé par un fil de verre. Tube témoin : eau pure et fragment de fibrine identique. Température + 24° C.; durée de l'expérience, 18 heures.

Résultat : Tube à glandes abdominales ; fibrine entièrement dissoute. Tube témoin ; fibrine intacte.

Je pourrais ajouter une liste d'essais analogues conduisant tous au même résultat. Les expériences qui précèdent suffisent pour prouver qu'à la température de 21° à 24°, c'est-à-dire à la température ordinaire de l'été, le liquide de la glande abdominale des Aranéides dissout énergiquement les albuminoïdes, savoir: les muscles d'articulés en 24 heures au plus et la fibrine fraîche en 18 heures au plus aussi. Nous verrons plus loin comment il faut interpréter cette digestion

---

(1) Op. cit , p. 397.

D. *Action sur les féculents et sur le sucre de canne.*

Le liquide sécrété par la glande abdominale des Aranéides transforme activement la fécule en glucose; mais, comme la glande elle-même contient toujours une petite quantité de sucre préformé, il faut installer les expériences comme suit :

I. Trois tubes à réaction renferment :

Tube A. Un peu d'eau distillée, plus les moitiés droites des glandes abdominales broyées de deux *Epeira diadema.*

Tube B. Deux centimètres cubes d'empois d'amidon clair, plus les moitiés gauches broyées des glandes des mêmes individus.

Tube C. De l'empois d'amidon clair seul.

Température + 21° C.; durée du contact, 3 heures.

Résultat obtenu à l'aide de la liqueur de Fehling :

Tube A. Faible réduction ; un peu de glucose.

Tube B. Réduction abondante, grande quantité de glucose formé.

Tube C. Pas de réduction.

La production de grandes quantités de glucose est donc bien le résultat de l'action de la glande abdominale sur l'amidon.

II. Même expérience avec les demi-glandes abdominales d'un seul individu. Température encore + 21° C, mais durée du contact, 1 h. 30′, au lieu de 3 heures.

Résultat identique. L'action est donc rapide. Nous verrons plus loin, à propos des propriétés pancréatiques, qu'on peut s'assurer, par un autre procédé, qu'elle a lieu presque instantanément.

Quant à l'action inversive sur le sucre de canne, action qui a été constatée par M. Jousset de Bellesme dans le tube digestif de la Blatte orientale (1), par M. Balbiani chez le ver à soie (2) et qui est si caractéristique du suc intestinal des vertébrés, elle semble appartenir aussi à la sécrétion de la glande abdominale des Araignées, comme l'indiquent des expériences du type suivant:

Deux tubes à réaction renferment:

A. La glande abdominale broyée d'une *Tegenaria civilis*, plus 3 centimètres cubes d'eau fortement sucrée.

B. De l'eau sucrée seule.

Température 21°; durée 1 heure.

Après ce temps, le contenu du tube A réduit abondamment la liqueur de Barreswil. Celui du tube B ne donne de réduction qu'après une ébullition prolongée. Le sucre de canne paraît donc avoir été transformé en sucre interverti (mélange de glucose et de lévulose).

E. *Action sur les graisses.*

Nous avons vu que M. Hoppe-Seyler a obtenu la décomposition des corps gras en acide gras et glycérine sous l'influence du liquide sécrété par la glande abdominale de l'Écrevisse. En ce qui concerne les Aranéides, il est impossible de pousser aussi loin l'examen de la question, vu la petite quantité de matière dont l'opérateur peut disposer. On ne peut guère employer ici, en effet, que le procédé décrit par M. Claude Bernard et consistant à traiter, un petit fragment de la glande par l'alcool, pour enlever l'eau, à le malaxer avec une solution de beurre dans l'éther, après l'évaporation de l'éther, à ajouter une goutte de teinture de tournesol bleu et à couvrir d'une lame de verre mince. Dans ces conditions, l'action du pancréas des vertébrés amène la formation d'une auréole rouge démontrant la mise en liberté d'acides (1).

---

(1) Op. cit., pp. 37 et suiv.

(2) Claude Bernard. *Cours de physiologie générale.* (Revue scientifique, 2e série, IIIe année, novembre 1873, page 517.)

Ce mode d'opérer appliqué à de petites portions de la glande abdominale de l'*Epeira diadema* ou de toute autre espèce, en employant la précaution de faire une expérience parallèle et comparative sur des fragments de glande pris chez le même individu, mais non imprégnés de beurre, donne toujours, pour les deux essais simultanés, des auréoles roses de même intensité ou à peu près, se produisant dans le même temps et ne permettant pas, par conséquent, vu l'acidité légère de la sécrétion à l'état normal, de discerner ce qui est dû à l'acidité préexistante ou à celle qui peut résulter de la décomposition de la graisse.

J'ai donc dû me contenter de constater l'action émulsive. Je citerai l'une de mes expériences : Une glande abdominale d'*Epeira diadema* est broyée avec son volume d'eau ; on ajoute dans le même tube un volume *dix* fois plus considérable d'huile d'olive. Une action immédiate s'observe au contact des deux liquides et quelques agitations de haut en bas transforment immédiatement le tout en une émulsion parfaite et très-persistante.

---

(1) Claude Bernard. *Memoire sur le pancréas* (supplément aux Comptes rendus, t. I, 1856), p. 398.

Cette action émulsive dont j'ai démontré l'existence dans le suc digestif de tous les articulés dont je me suis occupé jusqu'à présent, est donc très-intense chez les Arachnides, car le résultat que j'ai obtenu avec le produit des cœcums des Phalangides est de même valeur.

F. *La glande abdominale a-t-elle des propriétés hépatiques?*

On sait qu'après avoir été regardée comme un énorme corps adipeux par Tréviranus, Straus Durckheim, Audouin, Wasmann, etc., la glande abdominale des Aranéides fut, comme la glande analogue des Crustacés, assimilée à un foie véritable sécrétant de la bile, par la presque universalité des naturalistes, parmi lesquels je citerai Marcel de Serres, Cuvier, Oken, Meckel, Brandt, Dugès, Jones, Blanchard, Simon, etc. M. Blanchard a même publié le résultat d'expériences qui démontreraient, d'après lui, la nature hépatique de la glande abdominale des Scorpionides : ainsi, il y signale la présence du sucre et l'élimination, sous l'influence de la glande, des matières colorantes introduites artificiellement dans le sang (1).

On avouera que les propriétés incontestables, dont tout le monde peut s'assurer dans des expériences soignées, et que nous avons signalées dans le liquide sécrété, éloignent déjà toute idée d'identité avec la bile des vertébrés. Je vais actuellement exposer les expériences multiples que j'ai effectuées pour trouver dans la glande en question quelques propriétés caractéristiques d'un foie véritable.

I. *Recherche de la cholestérine.* — J'ai employé les procédés suivants :

1° Laisser dessécher la glande à l'air (ce qui a lieu très-vite), traiter par l'alcool bouillant, observer celui-ci après refroidissement ou le résidu après évaporation.

---

(1) *Des fonctions du foie chez les Arachnides* (Comptes rendus, t LI, 1855, p. 1256). — *Organisation du regne animal* (*Arachnides*), p. 69.

2° Même mode d'opérer, mais avec de l'éther.

3° (Procédé de M. Sirodot.) Broyer dans la concavité d'une lame de verre un fragment de la glande avec de l'ammoniaque, couvrir d'une lamelle de verre et attendre quelque temps. L'ammoniaque devant dissoudre les graisses et laisser cristalliser la cholestérine.

Jamais je n'ai observé la moindre trace de lamelles de cholestérine, si aisément reconnaissables cependant.

II. *Glycogène.* — L'existence d'un ferment saccharigène dans la glande abdominale des Arachnides doit avoir comme résultat, s'il y existe du glycogène, de fournir toujours les réactions du glucose lors des essais chimiques.

Déjà en 1855, M. Leconte, opérant à la prière de M. Blanchard, avait décelé le glucose dans la glande du scorpion par la liqueur cupropotassique et par la fermentation. En 1876, j'ai signalé la présence de traces de sucre dans les cœcums glandulaires des Phalangides (1). Plus récemment, en 1877, M. Hoppe-Seyler a trouvé une petite quantité de glycogène dans la glande digestive de l'Écrevisse (2). Enfin, chez les Aranéides, dans un grand nombre d'essais pour la recherche du sucre, j'ai obtenu parfois l'indication nette de la présence de ce corps et le plus souvent une simple trace. Je n'ai cependant pas réussi à démontrer positivement l'existence du glycogène par l'iode. La solution d'iode et d'iodure de potassium (3) colore la glande entière en brun, et l'examen microscopique montre que tous les éléments sont à peu près teintés uniformément, sans qu'il soit possible de retrouver des granulations proprement dites de glycogène.

---

(1) Op. cit., p. 733 du *Bulletin* et p. 17 du tiré à part.

(2) Op. cit., p. 399.

(3) Ranvier. *Traité technique d'histologie*, p. 104.

La quantité de glycogène est donc faible, et fût-elle plus considérable, elle ne permettrait pas encore de trancher la question ; cette substance bien qu'étant, avant tout, un élément du foie des vertébrés, se retrouve, en effet, dans un grand nombre d'organes embryonnaires, la chair des herbivores, etc. (1).

III. *Acides biliaires, pigments biliaires.* — Comme, ainsi que le fait observer M. Hoppe-Seyler, il n'existe guère de vertébrés dont le foie ne renferme des acides biliaires, de la bilirubine ou de la biliverdine, comme, de plus, la recherche de petites quantités de bile dans les liquides animaux, le sang, l'urine, etc., est basée sur la détermination de la présence des mêmes acides biliaires ou substances colorantes, il y avait un immense intérêt à examiner la glande abdominale des Aranéides à ce point de vue. Cependant de grandes difficultés d'exécution s'opposent à un résultat décisif.

Acides biliaires. — On connaît la réaction de Pettenkofer basée sur la coloration en rouge pourpre que produisent le sucre et l'acide sulfurique avec tous les acides biliaires. J'ai voulu employer la méthode de Pettenkofer modifiée par G. Strassburg (2). On broie la glande abdominale d'une araignée (*E. umbratica*) dans un peu d'eau sucrée; dans le liquide ainsi obtenu, on trempe des bandes de papier à filtrer fin où elles se teignent en vert sale dans le cas actuel; on les laisse sécher. Si ensuite on dépose sur ce papier sec de petites gouttes d'acide sulfurique pur, elles y déterminent des taches violettes à la lumière transmise. Un résultat en apparence si net n'a malheureusement aucune valeur si l'on réfléchit qu'il eût été indispensable d'éliminer les corps albuminoïdes et les matières grasses, parce qu'en présence du sucre et de l'acide sulfurique, ces substances donnent lieu à des réactions colorées analogues à celles de la bile. Or, lorsqu'on se rappelle la série des précipitations, des évaporations et des filtrations auxquelles il faut soumettre les liquides animaux à priver des substances albuminoïdes et des graisses, on reconnaît qu'il est pratiquement impossible d'essayer avec les petites quantités de matière que peuvent fournir même plusieurs Aranéides réunies. La réaction directe de Pettenkofer, que j'ai tentée aussi par curiosité, donne également une coloration rouge. Elle n'a nécessairement pas plus de valeur que la première.

---

(1) Gorup-Besanez. *Traité d'analyse zoochimique.* Trad. française. Paris, 1875, p. 128.

(2) *Modificirte Pettenkofer'sche Probe zum Nachweis der Gallensaüren im Harne* (Archiv. de Pflüger, 1871, p. 461).

Pigments biliaires. — On sait que la coloration verte, même de la bile de certains vertébrés, n'est pas une preuve absolue de la présence de la biliverdine. J'ai pu m'assurer que la couleur verte du liquide sécrété par la glande abdominale de certaines araignées n'est pas non plus l'indication de l'existence de ce pigment, comme le prouve l'expérience suivante : la glande abdominale d'un vert foncé d'une *Epeira umbratica* est écrasée; le liquide exprimé est vert. On y laisse descendre avec précaution une goutte d'acide azotique contenant de l'acide azoteux. On voit se former instantanément, sans passer par des teintes intermédiaires, une tache *rousse* entourée d'une auréole d'un *gris ardoisé* qui, examinée à la loupe, montre qu'elle ne doit sa teinte qu'à une opacité relative et non à une couleur propre. Il n'y a donc aucune trace des colorations successives bien connues, bleue, violette, rouge, puis jaune, caractéristiques de la biliverdine.

Des essais de ce genre variés et répétés sur le liquide des glandes abdominales d'autres espèces ne m'ont donné non plus ni les réactions de la biliverdine, ni celles de la bilirubine.

La plupart des urines ictériques mélangées avec de l'acide chlorhydrique et de l'acide acétique donnent une couleur verte qui vire au brun lorsqu'on neutralise par l'ammoniaque, réaction qui indique la présence de la biliprasine (1). Je n'ai jamais rien pu obtenir de semblable avec le liquide de la glande abdominale des araignées.

Du reste, ainsi que l'a montré M. Hoppe-Seyler, les pigments biliaires dérivant de l'hémoglobine, il n'y a théoriquement aucun espoir de les observer chez les invertébrés chez lesquels l'hémoglobine fait défaut.

Il résulte donc de l'ensemble de mes tentatives que le liquide sécrété par la glande abdominale des Aranéides n'a ni les propriétés physiologiques, ni les réactions colorées de la bile, que, par conséquent, la glande elle-même ne peut être assimilée à un foie, ainsi qu'on l'a fait, jusqu'à présent, d'une manière générale.

G. *La glande abdominale a-t-elle des propriétés pancréatiques?*

Dans mon Mémoire sur la digestion chez les Insectes, j'avais déjà cherché à faire comprendre qu'une digestion complète pouvait se concevoir en l'absence de toute action gastrique proprement dite, en accordant plus de prépondérance aux sécrétions *pancréatique* et intestinale (1); et, dans toutes mes recherches sur les phénomènes digestifs chez les articulés, j'ai insisté sur ce fait que le liquide actif chez ces animaux n'avait aucune analogie avec le suc gastrique des vertébrés. Si mes souvenirs ne me trompent point, M. Jousset de Bellesme m'aurait dit verbalement que ses études sur les fonctions digestives chez le *Platycarcinus pagurus* l'avaient conduit à admettre que le prétendu foie de ces animaux avait plutôt les propriétés d'un pancréas. Enfin, j'ai dit plus haut que c'est là aussi, à peu près, la conclusion à laquelle arrive M. Hoppe-Seyler par ses expériences sur l'Écrevisse (voyez A. *Historique de la question*). Voyons si l'on peut soutenir la même opinion pour la glande abdominale des Aranéides.

---

(1) Gorup-Besanez. *Traité d'analyse zoochimique.* Trad. française, p. 243.

Nous venons de constater que le liquide qu'elle sécrète offre trois des propriétés du liquide pancréatique; dissolution des albuminoïdes, transformation des féculents en glucose, émulsion (et probablement décomposition) des corps gras. Examinons ces propriétés de plus près.

I. *Digestion des albuminoïdes.* — Dans mon Mémoire de 1874, déjà cité, sur la digestion des Insectes, j'ai signalé l'absence de pepsine dans la sécrétion de l'intestin moyen des insectes carnassiers et l'effet *nuisible* de l'addition d'acide chlorhydrique à $^2/_{1000}$ (2). M. Hoppe-Seyler, à son tour, nous a montré que le liquide sécrété par le prétendu foie des Écrevisses renferme un ferment qui dissout les albuminoïdes, mais qui diffère tellement de la pepsine que l'addition de quelques gouttes d'eau renfermant 0,2 pour cent d'acide chlorhydrique, loin d'activer son action, l'arrête au contraire.

---

(1) Op. cit., p. 103.

(2) Op. cit., p. 22.

Ce fait curieux et d'une importance capitale s'observe aussi, avec la plus grande netteté, chez les Araignées, ainsi que je puis le prouver, par exemple, par les expériences suivantes :

2re *expérience.*

Température + 24° C.

Tube A. Contient la glande abdominale broyée avec un peu d'eau distillée *seule*, d'une grosse *Amaurobius ferox* et un petit fragment de fibrine fraîche évalué à un cube de 1 1/2 millimètre de côté.	Tube B. Contient la glande abdominale broyée d'une *Amaurobius ferox* de même taille, la même quantité d'eau distillée, un fragment de fibrine identique, mais, de plus, *3 gouttelettes d'eau renfermant 0.2 pour cent d'acide chlorhydrique.*

Les deux essais ont lieu en même temps ; les deux tubes sont placés dans la même chambre humide.

Résultat après 19 heures.

Tube A. Fibrine entièrement dissoute.	Tube B. Fibrine intacte, un peu gonflée seulement.

2e *expérience.*

Tube A. Deux glandes abdominales d'*Amaurobius atrox* broyées avec de l'eau distillée *seule*. Un fragment de fibrine.	Tube B. *Deux* glandes abdominales de *Tegenaria domestica* demi-adultes ; même quantité d'eau distillée, même fragment de fibrine, *mais 4 gouttelettes d'eau renfermant 0,2 pour cent d'acide chlorhydrique.*

Les conditions physiques sont encore identiques comme plus haut.

Résultat après 17 h. 30′.

Tube A. Fibrine entièrement dissoute.	Tube B. Fibrine intacte.

Il est donc parfaitement certain que le ferment qui amène ici la transformation des albuminoïdes en peptones n'est pas la pepsine.

Sa manière d'agir, qui est la même chez tous les articulés, est, du reste, physiquement analogue à ce qui a été observé pour le ferment pancréatique qui ne détermine pas le gonflement, l'état en gelée qui précède la dissolution pepsique ; mais dissocie les albuminoïdes en granulations presque moléculaires. Si l'on consulte mes travaux antérieurs sur la digestion chez les Myriapodes, page 22, pl. III, fig. 49, chez la Blatte américaine, page 20, et chez les Phalangides, page 20, on verra que j'ai décrit ce mode d'action tout spécial, au moins en ce qui concerne la digestion de la fibre musculaire, mais sans y attacher, alors, l'importance très-grande qu'il mérite.

Faisons un pas de plus dans la question. M. Heidenhain a attiré le premier l'attention sur cette particularité assurément curieuse que l'addition de carbonate de sodium accélère considérablement la digestion pancréatique, sans que le produit final soit différent de celui que l'on obtient dans les digestions pancréatiques ordinaires (1). Depuis lors plusieurs physiologistes se sont occupés du même fait ; je citerai MM. Otto Nasse (2) et Giovanni Weiss (3) qui ont étendu leurs recherches à l'action d'autres sels.

J'ai naturellement voulu répéter des essais de ce genre; voici des exemples des résultats que l'on peut obtenir.

---

(1) *Beiträge zur Kenntniss des Pankreas* (ARCHIV. DE PFLÜGER, Bd. X, p. 557).

(2) *Untersuchungen über die ungeformten Fermente* (ibid., 1875, p. 138).

(3) *Beiträge zur Lehre van den Pankreas-verdauung* (ARCHIV. FÜR PATH. ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DE VIRCHOW, 1876, p. 413).

Comme M. Weiss, j'ai employé une solution de carbonate de sodium à 10 p. %.

1re *expérience.*

Température + 21° C., durée de l'expérience, 6 heures.

Tube A. Contient les glandes abdominales broyées avec 1 centimètre cube d'eau distillée d'une *Amaurobius ferox* et d'une *Tegenaria civilis* demi-adulte, un petit fragment de fibrine, et reçoit 5 gouttelettes d'une solution de carbonate de sodium à 10 p. %.	Tube B. Solution de carbonate de sodium à 10 p. % et fragment de fibrine.

Résultat.

Tube A. Fibrine diffluente en grande partie dissoute.	Tube B. Fibrine intacte (même après 48 heures).

2e *expérience.*

Température + 21° C., durée de l'expérience, 14 heures.

Tube A. Glandes abdominales broyées d'une grande et d'une petite *Tegenaria domestica*, fragment de fibrine et 5 gouttelettes d'une solution de carbonate de sodium à 10 p. %.	Tube B. Solution de carbonate de sodium à 10 p. % et fragment de fibrine.

Résultat.

Tube A. Fibrine à très-peu près dissoute; il ne reste que des traces.	Tube B. Fibrine intacte (même après 48 heures).

Si l'on rapproche ces durées de 6 heures et 14 heures de celles de 17 h. 30′ et de 18 h., par exemple, que j'ai constatées plus haut pour l'action de la glande seule sur la fibrine, sans addition de sel, il semble que le carbonate de sodium active quelque peu l'action digestive. Dans tous les cas, ce sel *alcalin* n'arrête pas la digestion des albuminoïdes et les tubes témoins prouvent parfaitement que seul il est absolument sans effet.

M. Claude Bernard, dans son remarquable travail sur le pancréas (1), a signalé, chez les vertébrés en général, un caractère du tissu pancréatique qui peut se résumer ainsi: Après un jour ou deux, une infusion de pancréas est profondément altérée; on la fait bouillir quelques instants pour coaguler les matières albuminoïdes; on filtre. Si au liquide filtré on ajoute peu à peu de l'eau de chlore, on voit se manifester une coloration d'un rose vineux caractéristique disparaissant sous l'influence d'un excès d'eau chlorée. Dans le cas où l'infusion ancienne, et arrivée au dernier degré de putréfaction ne fournit plus la réaction ci-indiquée avec l'eau chlorée, on peut l'obtenir par l'addition goutte à goutte d'un liquide composé de trois parties d'acide sulfurique et une partie d'acide nitrique. (Le réactif de Millon donne le même résultat.)

Il m'a été impossible, jusqu'à présent, de constater la moindre réaction colorée analogue avec l'infusion récente ou ancienne de la glande abdominale des Aranéides (même avec une infusion de 5 jours).

M. Claude Bernard a aussi observé que le suc pancréatique des vertébrés, en dissolvant des substances albuminoïdes en *présence de graisses*, donne lieu à des produits qui offrent constamment une réaction acide. Or, dans mes expériences de digestion artificielle, il y avait toujours une bonne quantité de graisse en présence, la graisse même des glandes employées, et cependant je n'ai jamais constaté d'acidification nette.

II. *Action sur les matières féculentes et le sucre.* — J'ai voulu comparer la rapidité d'action du suc sécrété par la glande abdominale des Aranéides à celle du suc du pancréas d'un vertébré inférieur, la grenouille verte, et j'ai obtenu à cet égard un parallélisme remarquable. Voici une des expériences :

---

(1) Supplément aux COMPTES RENDUS, t. I^{er}, 1856, p. 403.

On met macérer à part, dans un peu d'eau distillée, durant 20 minutes, d'un côté la glande abdominale broyée d'une *Epeira apoclisa*, d'un autre côté le pancréas coupé en petits fragments d'une grenouille verte. Après filtration, on possède un peu plus d'un centimètre cube de chacune des deux infusions.

On a préparé une certaine quantité d'empois d'amidon clair que l'on a azuré par quelques gouttes de solution aqueuse d'iode, de façon que, dans un tube à réaction ordinaire, l'empois soit, par transparence, d'un violet pâle. On verse à peu près en même temps l'empois azuré dans :

A. Tube à infusion de glande abdominale d'Aranéide : Décoloration presque immédiate.

B. Tube à infusion de pancréas de grenouille : Décoloration presque immédiate.

C. Tube vide : La coloration est naturellement persistante et sert de témoin.

L'action de l'infusion de glande abdominale d'Aranéide est si énergique qu'en employant de l'empois non plus azuré, mais coloré en violet relativement foncé, j'ai vu l'infusion décolorer, par additions successives, jusqu'à six fois son volume d'empois iodé et je n'ai cessé d'ajouter de l'empois que parce que le tube était rempli.

Si après 40 minutes environ de contact entre les infusions respectives de glande abdominale d'araignée et de pancréas de grenouille et un volume double d'empois clair, on recherche le glucose par la liqueur cupropotassique (un tube témoin à empois seul étant toujours employé), on constate que le liquide de la glande d'Aranéide a déterminé, ainsi que je l'ai déjà indiqué plus haut (D), la production d'une grande quantité de glucose, mais que le suc de pancréas de grenouille a eu une action encore beaucoup plus active, la réduction étant plus abondante.

Enfin, M. Claude Bernard dit avec raison : « lorsqu'au » lieu de le faire agir sur l'amidon, on met le suc pan- » créatique directement en contact avec des matières su- » crées, telles que le sucre de canne, le sucre de raisin, le » sucre de lait, on constate que la fermentation lactique » s'établit très-vite avec les caractères ordinaires et bientôt » la fermentation alcoolique suit. Aucun autre liquide ne » possède la propriété de produire la fermentation lactique » avec autant d'énergie que le suc pancréatique. »

Les expériences sur la sécrétion de la glande abdominale des Aranéides indiquent une action analogue : on peut, en effet, employer une teinture de tournesol additionnée de sucre de canne et dont le changement de coloration montre aisément l'effet produit. J'ai opéré, par exemple, comme suit :

Trois tubes renferment :

A. 2 centimètres cubes de teinture de tournesol ordinaire sucrée et la glande abdominale broyée d'une *Epeira umbratica* demi-adulte.

B. 2 centimètres cubes de teinture de tournesol sucrée seule.

C. 2 centimètres cubes de teinture de tournesol *sans sucre* et la glande abdominale broyée d'une *Epeira umbratica* demi-adulte.

Les trois tubes sont placés dans la même chambre humide. Température + 20°C. Durée de l'expérience 23 heures. Après ce temps, le liquide du tube A est complétement rouge. Ceux des tubes B et C ont conservé leur coloration bleue primitive.

L'acidification n'a donc été ici ni le fait d'une modification du sucre seul en présence du tournesol, ni le fait de l'acidité légère des glandes abdominales d'Aranéides, acidité insuffisante en face de la teinture ordinaire de tournesol qui n'est pas très-sensible; mais résulte positivement de l'action énergique du suc de la glande abdominale sur le sucre de canne.

La longue série d'expériences relatées ci-dessus nous conduit, me paraît-il, à cette conclusion que la glande abdominale des Aranéides présente au point de vue fonctionnel beaucoup de traits de ressemblance avec le pancréas des vertébrés, mais que cependant il n'y a point identité complète.

II. *Quelques mots sur un autre rôle attribué à la glande abdominale.*

Je n'aurais pas traité ce sujet d'une façon tant soit peu complète, si je ne combattais ici, par des arguments tirés de l'observation directe, une hypothèse qui a été émise à plusieurs reprises touchant les fonctions de la glande abdominale.

Dans la manière de voir en question, la glande est-elle même le lieu de la digestion ou, tout au moins, absorbe, dans l'ensemble de ses canaux, les liquides chargés des produits assimilables provenant de la digestion intestinale. L'idée est très-ancienne : Ramdohr appelle la glande *Magen*(1). Treviranus dans ses *Vermischte Schriften* abandonne son opinion antérieure qui était de voir dans la glande un corps adipeux, fait quelques grossiers essais chimiques sur le liquide de la glande abdominale de la Tégénaire domestique, croit y trouver les caractères d'un chyle et admet que l'organe est le siége de la transformation des substances digérées en sang (1). C'est surtout Dugès qui a été le défenseur de l'idée dont nous nous occupons; il l'a soutenue dans les Annales des sciences naturelles (2) et dans son Traité de physiologie (3) : « Certains faits, dit » Dugès, porteraient à le regarder (la glande) comme pou- » vant aussi jouer le rôle d'estomac secondaire, de réser- » voir aux sucs alibiles, » et il cite le cas d'une Érèse impériale qui ayant sucé un gros Géotrupe durant trois jours tripla de volume dans la région abdominale. Pour Wasmann (4), les canaux qui aboutissent à l'intestin, loin d'être des canaux excréteurs, serviraient à distribuer les substances assimilables dans tout le *corps adipeux* qui constituerait ainsi un réservoir. M. Milne Edwards admet dans son Traité général (5) la possibilité de la pénétration des liquides dont les Aranéides se gorgent dans les grands canaux qui communiquent avec le tube digestif.

---

(1) *Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten.* Halle, 1811, p. 207.

C'est presque avec regret que je me suis vu obligé de consacrer quelques pages à ce sujet. Du moment où il était parfaitement prouvé que l'organe abdominal dont nous parlons est une glande sécrétant en abondance le liquide digestif principal, toute hypothèse d'estomac accessoire, de réservoir, etc., se trouvait naturellement réfutée. Mais comme nous nous trouvons en face d'une de ces vieilles idées toujours difficiles à déraciner complétement, j'ajouterai le résultat de quelques observations personnelles : Il arrive assez souvent qu'en examinant la portion abdominale de l'intestin moyen, on y constate une colonne de matières brunâtres offrant des branches latérales qui pénètrent dans les larges canaux excréteurs de la glande; mais un examen microscopique attentif montre que ces substances ne sont que des produits de la glande abdominale elle-même et non des matières en digestion; il est aisé de retrouver les mêmes granules bruns dans les cellules des cœcums glandulaires immédiatement voisins et il n'est pas rare de voir des cellules sécrétoires détachées et devenues sphériques mélangées à l'ensemble dans les canaux excréteurs et dans l'intestin.

---

(1) Page 8.

(2) *Observations sur les Aranéides* (ANN. DES SC. NAT., 2e série, ZOOLOGIE, t. VI, 1836, p. 180).

(3) *Traité de physiologie comparée*, t. II, 1838, p. 399.

(4) *Beiträge zur Anatomie der Spinnen*, op. cit., p. 150.

(5) *Leçons*, etc., op. cit., t. V, p. 577 en note.

D'un autre côté, toutes les fois que l'on fend avec précaution les parois de l'abdomen d'une Aranéide dont le corps est bien arrondi, il s'en écoule *instantanément* une masse assez considérable de liquide incolore et l'on constate immédiatement un affaissement général des parois abdominales. Si ce liquide était engagé dans la multitude de branches des canaux excréteurs de la glande, il ne pourrait s'écouler que lentement à la suite d'une blessure et il n'aurait pas cette limpidité que l'on remarque toujours. Ce liquide est le sang de l'animal qui circule sous forme de courants entre les viscères, que l'on voit perler en gouttes limpides de la section d'un membre brusquement tranché à l'aide de ciseaux, etc. Le plus élémentaire des examens microscopiques le prouve sans conteste.

Il se passe chez les Aranéides absolument ce qui a lieu chez les autres articulés; les produits liquides de la digestion filtrent par un phénomène osmotique au travers des parois intestinales pour se mélanger directement au liquide sanguin et il n'est nullement nécessaire, comme le croyait Dugès, de supposer qu'ils s'engagent dans les canaux excréteurs de la glande abdominale, pour expliquer l'accroissement relativement rapide de volume d'une araignée mise à même de sucer des proies succulentes.

§ XX.

DES MATIÈRES RENFERMÉES DANS LA POCHE STERCORALE; PRODUITS DES TUBES DE MALPIGHI ET EXCRÉMENTS.

La poche stercorale des Aranéides sert de réservoir momentané à l'ensemble des excréments intestinaux et des produits de sécrétion des tubes de Malpighi. Son contenu se compose toujours d'un liquide de couleur ordinairement blanche comme un lait de chaux, dans lequel flottent de petits corps solides noirs ou d'un brun foncé. Les Aranéides élevées en captivité évacuent ces résidus par quantités assez considérables à la fois, sous forme de grosses gouttes qui se dessèchent rapidement en formant des taches blanches au milieu desquelles s'observent les petits noyaux solides foncés dont nous venons de parler. Les éléments du liquide de la poche stercorale n'étant pas solubles dans l'eau, on peut, en observant des Argyronètes, les voir évacuer les substances excrémentitielles comme un petit nuage blanc qui descend lentement au fond du bocal.

Plusieurs auteurs, entre autres, Walckenaer (1), M. Menge (2) et MM. Will et Gorup-Besanez (3) se sont assurés de faits analogues ; de plus, presque tous les naturalistes qui parlent de l'organisation des araignées signalent l'aspect tout particulier du contenu de la poche stercorale.

---

(1) *Hist nat. des Ins. aptères*, t. I, p. 99.

(2) *Ueber die Lebensweise der Arachniden,* op. cit., p. 19.

(3) *Guanin ein Weisentlicher Bestandtheil gewisser secrete wirbelloser Thiere*, op. cit., p. 825.

Occupons-nous d'abord des corps solides foncés qu'on trouve dans les évacuations et dans la poche. J'ai déjà dit § XVI que ce n'étaient point des débris d'animaux articulés avalés ; je vais en donner différentes preuves; ces corps peuvent être très-nombreux ; la poche stercorale d'une *Clubiona holosericea* en contenait 75. Il n'est pas rare d'en rencontrer 6 ou 8 et ce n'est qu'exceptionnellement que j'ai constaté leur absence complète.

Leur forme est assez variable (fig. 81, 82, 83, 84, pl. III) chez la même espèce, quoiqu'il y ait une sorte d'uniformité chez le même individu. Tantôt, ce sont de simples ellipsoïdes, tantôt des cônes, tantôt ils offrent un, deux et jusqu'à quatre étranglements successifs. Leur coloration qui est ordinairement noire ou brunâtre très-foncée peut cependant passer par d'autres teintes en général en rapport avec celles de certains éléments de la glande abdominale; ainsi ils sont bruns ou de couleur cannelle chez l'Argyronète, noirs verdâtres chez l'*Epeira umbratica*, etc. Les plus longs que j'aie observés sont ceux de la Tégénaire domestique qui ont 1 millimètre; ceux des autres espèces ont ordinairement $^1/_2$ millimètre de longueur. Directement extraits de la poche stercorale, ils sont toujours solides et il faut parfois employer un véritable effort pour les rompre à l'aide des aiguilles à dissection.

Examinés au microscope, ces corps excrémentitiels se montrent tous composés d'un contenu opaque dont nous parlerons tout à l'heure et d'une enveloppe membraneuse sans structure, transparente, un peu granuleuse, incolore ou jaunâtre (fig. 85, pl. III), résistant indéfiniment à l'action de l'eau froide et de l'acide acétique, mais finissant par se dissoudre, au bout de 4 heures environ dans la soude caustique.

Le contenu opaque se compose toujours des mêmes éléments provenant de la glande abdominale et que l'on voit former une colonne obscure dans l'intestin moyen. Ce sont de fines granulations jaunâtres, verdâtres ou rousses, des globules graisseux jaunâtres identiques à ceux des cellules sécrétoires de la glande, etc. Jamais on n'y observe ni débris quelconques d'articulés, ni les granulations caractéristiques des tubes de Malpighi qui flottent cependant par millions dans le liquide de la poche stercorale.

Dans mes travaux antérieurs, j'ai décrit des excréments analogues entourés d'une enveloppe membraneuse chez les Myriapodes chilopodes et chez les Phalangides et j'ai cherché à expliquer leur mode de formation. Je disais, par exemple, à propos des excréments des Phalangides : « A » mon sens, la digestion étant terminée sous l'influence » du liquide sécrété par les cœcums (qui représentent ici » la glande abdominale des Aranéides) et l'absorption » ayant eu lieu, comme chez tous les articulés, par osmose » au travers des parois, l'épithélium de l'intestin moyen » entrerait en fonction et sécréterait autour des résidus la » membrane que l'on voit effectivement se former sur » place dans cette portion du canal (1). »

Le procédé est ici absolument du même genre. L'absence, dans le contenu des excréments, des éléments du liquide blanc de la poche stercorale ou des tubes de Malpighi prouve que l'enveloppe n'est pas sécrétée dans la poche stercorale. D'un autre côté, les masses granuleuses obscures de l'origine de l'intestin moyen abdominal n'ont pas encore d'enveloppe membraneuse; celle-ci se produit, par conséquent, entre ces deux points extrêmes, c'est-à-dire vers la fin de l'intestin moyen. Après un grand nombre d'essais, j'ai été assez heureux pour saisir cet instant précis chez une *Agelena labyrinthica ;* la fin de l'intestin moyen, près de la poche stercorale, contenait une masse excrémentitielle ovoïde qui, au microscope, s'est montrée enveloppée d'une fine membrane en voie de formation. Les corps solides obscurs que renferme la poche stercorale sont donc les véritables excréments intestinaux (1), et non des débris d'articulés. Comme les Aranéides n'absorbent que des liquides, ces excréments ne sont composés que des résidus inutilisables, granulations, excès de corpuscules graisseux, débris de cellules, etc., de la sécrétion de la glande abdominale. De même que chez les Phalangides, ils sont entourés d'une enveloppe membraneuse sécrétée par l'épithélium de l'intestin moyen, avec cette petite différence que l'enveloppe n'est pas chitineuse comme chez les Phalangides, puisqu'elle ne résiste pas à la soude caustique (2).

---

(1) *Note sur les phénomènes de la digestion, etc., chez les Phalangides*, op. cit., p. 23 des tirés à part, p. 739 du *Bulletin de l'Académie*.

Passons actuellement à l'étude du liquide blanc crayeux de la poche stercorale. J'ai à peine besoin de dire qu'il est le résultat de la sécrétion des tubes de Malpighi. En effet, toutes les fois que l'on examine en même temps et la poche et les gros troncs malpighiens qui y aboutissent, on constate l'identité du contenu de l'une et des autres.

---

(1) Il n'y a, par conséquent, rien d'étonnant à ce que Wasmann n'y ait pas trouvé d'acide urique.

(2) Une immersion dans la soude caustique concentrée, durant trois jours, ne détruit pas l'enveloppe extérieure des excréments des Phalangium.

L'aspect physique, au microscope, est presque toujours le même; un liquide incolore ou légèrement jaunâtre tient en suspension d'innombrables corpuscules produisant par réflexion l'aspect crayeux déjà cité. Excessivement petits, exigeant, pour être vus nettement, des grossissements de 400 à 500 diamètres, animés d'un mouvement brownien très-vif, les corpuscules en question affectent le plus souvent la forme de biscuits ou de deux petites sphères accolées (fig. 86, pl. III). Ils sont parfois accompagnés de très-petits cristaux en tables rhomboïdales (Tégénaire, Argyronète) (fig. 87, pl. III). Ces deux espèces d'éléments proviennent des tubes malpighiens; en effet, non-seulement les corpuscules en doubles sphères diffèrent totalement des corpuscules des cellules épithéliales de la poche stercorale et ne sont donc pas produits par ces cellules, mais on les retrouve dans tous les tubes de Malpighi, coulant en traînées dans l'axe de ces tubes. Et quant aux cristaux, j'ai déjà dit § XIX, B qu'il suffit souvent pour les obtenir d'écraser, sur une plaque de verre, la glande abdominale entre les cœcums de laquelle les tubes malpighiens se ramifient en branches nombreuses. Enfin si l'on veut encore une preuve de leur nature, j'ajouterai que, suivant une observation de Blackwall (1), les araignées captives et privées de nourriture continuent à évacuer des déjections provenant de la poche stercorale jusqu'à leur mort.

Les corpuscules sont plus denses que le liquide dans lequel ils flottent; en examinant avec précaution une poche stercorale non remuée et en place, on peut voir la portion la plus basse occupée par le dépôt blanc des corpuscules, surmonté d'un liquide à peu près limpide remplissant le reste du réservoir.

---

(1) *Researches into the structure, functions and œconomy of the Araneida.* (*From the Report of the Meeting of theBritish Association held at York,* 1844.) (Ann. and. Mag. of. Nat. histor, vol. XV, 1845, p. 237.)

Plusieurs auteurs se sont occupés de la composition chimique des déjections des Aranéides. J. Davy avait cru pouvoir y indiquer l'oxyde xanthique (1). Plus tard MM. Will et Gorup-Besanez ayant étudié au point de vue chimique les matières blanches rendues par des *Epeira diadema* élevées en captivité, matières qui se desséchaient sur les parois du vase ou de la boîte, n'y signalèrent point d'urates, mais la présence constante de la Guanine en abondance (2) au lieu de la xanthine. Enfin, M. Davy reconnut aussi, à son tour, l'existence de la Guanine dans les produits évacués par les Araignées et les Scorpions (3).

Au lieu d'examiner chimiquement des matières desséchées, j'ai fait directement un grand nombre d'essais sur le contenu frais de la poche stercorale des espèces qui ont été utilisées pour mes recherches anatomiques. Il en résulte que, tout en pouvant confirmer largement la découverte de MM. Will et Gorup-Besanez, j'ai eu l'occasion d'observer plusieurs détails qui avaient échappé à ces savants.

---

(1) *Additional notice on the Urinary Excrements of Insects, with some observations on that of Spiders.* (Edinburg New Phil. Journ., t. XL, 1846) et (Berzelius Jahresbericht, 27 Jahrg., 3 Heft.)

(2) Will et Gorup-Besanez. *Guanin ein wesentlicher Bestandtheil gewisser Secrete wirbelloser Thiere* (*Gelehrte Anzeigen herausgegeben von Mitgliedern der K. Bayer-Akademie der Wissenschaften*, 27 Bd. Juillet à décembre 1848, nº 233, colonne 823. — Gorup-Besanez. *Traité d'analyse zoochimique*, op. cit., p. 218. — Liebig et H. Kopp. *Jahresbericht ueber die Fortschritte der Chemie* pour 1848, p. 395 et 936.

(3) *On the urinary secretion of Fishes* (Trans. Roy. Soc. of Edinburg, 1857, t. XXI, p. 547). Cité d'après Milne Edwards (*Leçons*, etc., t. VII, p. 430 en note).

La réaction du mélange de liquide et de corpuscules est neutre; les réactifs les plus sensibles n'indiquent aucune trace d'acidité. Par évaporation spontanée sur une plaque de verre, il abandonne, au moins chez certaines espèces, des cristallisations indiquant l'existence de sels en solution dans la portion liquide. Ainsi, en étendant d'eau le contenu de la poche d'une Tégénaire et laissant dessécher quelques traînées sur une plaque de verre, j'observe par-ci par-là de petits cristaux groupés semblant appartenir au système cubique et rappelant les groupements du chlorure de sodium dans des circonstances analogues. En traitant par l'eau chaude qui dissout les cristaux mais laisse les autres éléments intacts, on obtient une solution qui fournit effectivement, par le nitrate d'argent, un précipité caillebotté passant au gris d'ardoise à la lumière, insoluble dans l'acide nitrique, soluble dans l'ammoniaque, etc., en un mot caractérisant un chlorure.

Le sel en solution n'est probablement pas le même chez toutes les espèces, car en répétant l'opération ci-dessus indiquée avec le liquide rendu par l'anus chez une Argyronète, j'ai obtenu de petits cristaux prismatiques, allongés et des groupements arborescents de petites aiguilles ne ressemblant nullement à ce que j'avais constaté chez les Tégénaires (fig. 88, pl. III).

La poussière de corpuscules blancs que l'on peut isoler par des lavages à l'eau et le dépôt lent est insoluble dans l'eau chaude et l'alcool, très-soluble, au contraire, dans les acides azotique et chlorhydrique sans dégagement gazeux.

J'ai fait une série d'essais pour déceler l'acide urique ou les urates, mais sans le moindre succès; mes travaux sur les Insectes m'ayant donné quelque expérience à cet égard, je crois pouvoir affirmer que chez les Aranéides, l'acide urique fait défaut, au moins en quantités appréciables, dans les déjections. C'est donc avec un certain étonnement qu'on lit dans l'*Histoire naturelle des Araignées* de M. Simon que le réservoir stercoral renferme « un liquide blanc de lait, assez épais, *chargé d'acide urique* (1)... » Il est évident que M. Simon a cru pouvoir appliquer aux Aranéides le résultat des recherches faites sur les tubes malpighiens des insectes.

Quant à la Guanine, elle est tellement facile à démontrer par la formation de ses sels, le chlorhydrate et les deux formes d'azotates, que l'exactitude des observations de MM. Will et Gorup-Besanez est incontestable. Ces auteurs n'en avaient indiqué la présence que dans les déjections desséchées de l'*Epeira diadema;* j'ai retrouvé ce corps dans le dépôt blanc (corpuscules) frais de la poche stercorale de toutes les espèces : Tégénaires, Argyronète, Épéires, Clubiones, etc., que j'ai soumises à un examen dans ce but spécial.

Comme il peut être utile de répéter ces essais, je résumerai, avec figures à l'appui, les méthodes que j'ai mises en usage et qui m'ont, du reste, été inspirées par le travail des auteurs cités :

Chlorhydrate de Guanine. — Le liquide blanc d'une poche stercorale est rassemblé dans le creux d'une lame de verre à concavité; on ajoute une goutte d'acide chlorhydrique et on chauffe au-dessus d'une flamme, plutôt doucement qu'avec énergie, jusqu'à évaporation à peu près complète; il n'est pas du tout nécessaire de faire bouillir (1). On ajoute une grosse goutte d'eau distillée et on abandonne à l'évaporation spontanée. On obtient ainsi de jolis petits groupements de cristaux de chlorhydrate de guanine comprenant souvent des aiguilles courbes et qu'il faut examiner au grossissement de 200 diamètres au moins (fig. 89, pl. III).

---

(1) Op. cit, p. 20.

Azotate de Guanine renfermant le plus d'acide. — C'est celui des trois sels le plus facile à obtenir. Le liquide blanc de la poche stercorale est traité par l'acide azotique et évaporé à une douce chaleur dans le creux d'une lame de verre. Dans ces conditions, on obtient les prismes courts et les lamelles hexagonales de l'azotate de guanine, mais excessivement petits (fig. 90, pl. III). Pour obtenir des cristaux beaucoup plus grands, ne demandant qu'un grossissement microscopique de 30, on opère comme suit : le dépôt de la poche stercorale est broyé avec une goutte d'eau qu'on additionne ensuite d'une goutte d'acide azotique et on abandonne à l'évaporation spontanée (fig. 91, pl. III).

Azotate de Guanine renfermant le moins d'acide. — Il cristallise en aiguilles rayonnantes. Il est très-difficile à préparer à coup sûr à l'aide du contenu de la poche stercorale des Aranéides; on obtient presque toujours le précédent. Je n'ai réussi qu'en laissant dessécher le dépôt blanc sur une plaque de verre, traitant ensuite par l'acide azotique très-étendu et laissant évaporer spontanément (fig. 92, pl. III).

---

(1) MM. Will et Gorup-Besanez indiquent l'acide chlorhydrique bouillant ; mais comme l'ébullition peut amener la rupture de la plaque de verre et que j'ai constaté qu'elle n'est nullement indispensable, on fera mieux de l'éviter.

On peut ajouter, pour plus de certitude encore, certaines réactions colorées. Ainsi l'évaporation totale, à une douce chaleur, de la solution dans l'acide azotique, laisse un résidu jaune citron qui se dissout dans l'ammoniaque en prenant une teinte rouge jaunâtre.

J'ajouterai, pour terminer ce sujet, qu'il est assez étonnant, alors que MM. Will et Gorup-Besanez, Davy et moi-même constatons la guanine dans les déjections des Araignées, alors que M. Davy retrouve ce corps chez le Scorpion, d'observer que la guanine n'est pas, ainsi qu'on pourrait le croire, un produit excrémentitiel commun à tous les membres de la classe des Arachnides. En effet, j'ai montré qu'elle n'est pas sécrétée chez les Phalangides, qu'elle est remplacée par des urates (1) et, récemment, M. Megnin ayant analysé les déjections blanches d'un Ixode femelle et de larves d'Ixodes, a constaté qu'elles étaient entièrement composées d'urates (2).

Les fonctions attribuées aux tubes de Malpighi ont eu le même sort, ont passé par les mêmes phases pour les Arachnides et pour les insectes. Les documents ne nous manquent pas pour refaire, à propos des Araignées, un long historique de la question. Cependant, voulant éviter d'abuser de la patience du lecteur, je me bornerai à une énumération rapide pouvant servir de guide dans des recherches ultérieures; deux opinions principales dominent successivement; d'après la plus ancienne, les tubes malpighiens sont des organes sécréteurs de la bile. Ses défenseurs (pour les Aranéides) furent Ramdohr, Treviranus (*Verm. Schr.*) et Audouin qui, la même année, en 1835, était amené, par ses observations sur le *Lucanus capreolus*, à changer complétement de manière de voir, au moins quant aux Insectes, et à admettre la seconde opinion en date. D'après celle-ci, les tubes de Malpighi des Araignées sont des organes urinaires. Dugès, Blanchard, Simon et bien d'autres se rangent de cet avis. Wasmann y a vu des organes excréteurs, mais ne se prononce pas sur la nature de leur sécrétion. Enfin, parmi tous ceux qui se sont occupés de l'anatomie des Aranéides, Brandt se distingue par la singularité de l'hypothèse émise. Ayant cru observer que les tubes de Malpighi sont presque vides en été et très-renflés en automne, il en conclut qu'ils doivent « servir de réservoirs renfermant une matière propre à » nourrir l'animal plutôt qu'à sécréter la bile (1). »

---

(1) *Note sur les phénomènes de la digestion et sur la structure de l'appareil digestif chez les Phalangides*, op. cit., p. 27 des tirés à part, p. 743 du *Bulletin de l'Académie*.

(2) *Note sur la faculté qu'ont certains Acariens avec ou sans bouche de vivre sans nourriture pendant des phases entières de leur existence ou même pendant toute la vie* (Comptes rendus, t. LXXXIII, 1876, p. 994).

Toute discussion serait ici superflue, les faits que j'ai exposés dans ce paragraphe suffisent pour démontrer, sans contestation possible, que, comme chez les Insectes, les Myriapodes et les Phalangides, et malgré une différence dans la nature de la sécrétion, les tubes de Malpighi des Aranéides sont des organes dépurateurs débarrassant le corps des produits d'usure de l'organisme; en un mot des organes urinaires (2).

---

(1) *Recherches sur l'anatomie des Araignées* (Ann. des Sc. nat., Zoologie, 2ᵉ série, t. XIII, 1840), p. 183.

(2) Il n'est pas inutile de signaler ici qu'à la session du Havre (1877) de l'*Association française pour l'avancement des sciences*, M. Sabatier

§ XXI.

ABSTINENCE.

La plupart des articulés peuvent supporter pendant longtemps la privation de nourriture, mais ce sont très-probablement les Aranéides qui possèdent au plus haut degré cette curieuse propriété.

Redi, Geoffroy, Blackwall, Menge et d'autres arachnéologues se sont occupés de cette question. Mon travail n'eût pas été complet si je n'y avais moi-même consacré quelques lignes. Cependant comme le sujet n'a plus aucune nouveauté, je n'ai point cru devoir me livrer à des expériences personnelles. J'ai réuni dans le petit tableau ci-joint, les exemples épars dans les ouvrages; la colonne d'observations renferme, lorsqu'il a été possible de s'en assurer, l'indication de la saison, hiver ou été, distinction dont l'importance trop oubliée avait été signalée, il y a longtemps, par Geoffroy. L'engourdissement hivernal avec abstinence est, chez les Aranéides, un fait physiologique normal, tandis que le jeûne prolongé durant les

---

a lu un travail tendant à faire admettre une hypothèse déjà ancienne de M. Leydig; suivant M. Sabatier, les tubes de Malpighi des insectes paraissent être des organes tantôt exclusivement biliaires, tantôt exclusivement urinaires ou hœmatopoiétiques; tantôt ils semblent jouer à la fois ce double rôle. Des différences morphologiques correspondraient à ces différentes fonctions. Jusqu'ici je ne connais les recherches de M. Sabatier que par un résumé de la *Revue scientifique* (2e série, 1877, p 299) et ne puis donc porter de jugement sur son travail; je me bornerai à rappeler que M. Kölliker et moi-même avons réfuté, du moins je le pense, expérimentalement, l'hypothèse de M. Leydig (Voyez mon Mémoire : *Recherches des phénomènes de la digestion chez les insectes*, op. cit., pp. 61 à 63 et 106 à 112).

mois à température douce constitue réellement ce qu'il y a d'exceptionnel dans les aptitudes de ces animaux.

AUTEURS.	ARANÉIDES.	DURÉE de la privation de nourriture,	OBSERVATIONS.
Fr. Redi (1) . .	Indéterminées . . .	6 à 7 mois . .	Été (jusqu'en hiver)
Geoffroy (2) . . .	Indéterminées . . .	3 mois	Été.
Le Vaillant (3).	Epeira (diadema ?).	10 mois	Automne, hiver et printemps.
Menge (4) . . .	Eucharium quadripunctatum	6 mois	Hiver.
Blackwall (5) .	Eucharium quadripunctatum	1 an et 5 mois.	Hiver. été, hiver.
Menge (4). . . .	Tegeanaria civilis .	2 mois.	Été.
Menge (4) . . .	Xysticus viaticus .	2 mois.	Été.
Simon (6) . . .	Segestria perfida. .	3 mois.	?
Panzer (7) . . .	Artama jejuna . . .	5 à 6 mois . .	Hiver.

§ XXII.

RÉSUMÉ PHYSIOLOGIQUE.

Les Aranéides dipneumones, après avoir blessé ou broyé plus ou moins leur proie, en sucent les liquides nutritifs, mais n'en avalent jamais aucune partie solide.

---

(1) Cité par M. Menge.

(2) *Histoire abrégée des insectes qui se trouvent aux environs de Paris.* Paris, 1762, t. II, p. 639.

(3) *Second voyage dans l'intérieur de l'Afrique*, t. I (précis historique), p. xxv de l'édition de Bruxelles de 1797.

(4) *Ueber die Lebensweise der Arachniden*, p. 20.

(5) *Researches into the structure, functions and œconomy of the Araneida* (*From the Report of the Meeting of the British Association held at York*, 1844). (ANN. AND MAG. OF NAT. HISTORY, vol. XV, 1845, p. 237.)

(6) *Histoire naturelle des Araignées.* Paris, 1864, p. 103.

(7) Cité deux fois par Walckenaer. *Hist. nat. des Ins. aptères*, t. I, pp. 172 et 552.

A cause du faible diamètre du pharynx et de l'œsophage, les liquides pénètrent dans l'intestin buccal par capillarité; la dilatation de l'organe de succion active l'appel. Lors de la contraction de cet organe la résistance à l'écoulement des liquides par les tubes étroits fait bouchon du côté de l'œsophage et les matières sont refoulées dans l'intestin moyen.

Dans la première partie du trajet, les liquides nutritifs se mélangent avec la sécrétion de la glande pharyngienne qui a peut-être les propriétés de la salive des Insectes. Aucune expérience n'a, du reste, pu être instituée à cet égard.

Au point de vue mécanique les cœcums de l'intestin moyen céphalothoracique n'ont qu'un rôle passif et s'ils servent de réservoirs, les liquides n'y pénètrent que sous l'action de la poussée de l'organe de succion.

Au point de vue du rôle physiologique de ces cœcums, j'ai cherché à montrer qu'en présence du développement de leur épithélium évidemment sécrétoire, de l'existence dans leur intérieur de produits semblant avoir été sécrétés par la glande abdominale, etc., il fallait y voir autre chose que de simples réservoirs; mais aussi que, dans l'état actuel de nos connaissances, il serait peu prudent d'avancer une solution quelconque. Dans tous les cas, la sécrétion assez abondante qui s'y opère n'est pas acide et n'a probablement rien d'analogue à un suc gastrique. L'assimilation de l'intestin moyen céphalothoracique des Aranéides dipneumones à un estomac de vertébré est erronée et tout prouve que la digestion principale des albuminoïdes, des féculents et des graisses s'opère sous l'action énergique du liquide digestif par excellence sécrété par la glande abdominale.

Le liquide en question, en général jaunâtre, charriant de fins granules, des globules graisseux et des cellules épithéliales plus ou moins intactes, est toujours très-légèrement acide. A la température ordinaire de l'été, il dissout activement les substances albuminoïdes, muscles d'articulés (qu'il désagrége d'abord sous forme de petites granulations), fibrine fraîche et albumine cuite. Comme chez les Insectes et les Crustacés décapodes, le ferment sous l'influence duquel se passent ces phénomènes est évidemment tout autre que la pepsine gastrique des vertébrés; ainsi l'addition d'une faible trace d'acide chlorhydrique, loin d'aviver son action, la ralentit ou l'arrète complétement. De même que pour le suc pancréatique des vertébrés, l'action dissolvante pour les albuminoïdes semble être légèrement augmentée par l'addition de certains sels, comme le carbonate de sodium.

Le liquide sécrété par la glande abdominale transforme rapidement la fécule en glucose. Cette action est presque comparable à celle du suc pancréatique des grenouilles. Il agit sur le sucre de canne et produit du glucose à son contact; si l'action se prolonge, le milieu devient, comme pour le suc pancréatique, franchement acide, probablement par l'établissement de la fermentation lactique. Enfin le liquide de la glande abdominale émulsionne très-bien les graisses. Je n'ai pu m'assurer s'il les dédouble en acide et glycérine.

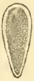
La glande abdominale des Aranéides n'est point un foie, ainsi que tendait à le faire supposer le nom qu'on lui a donné jusqu'à présent. Bien qu'elle renferme du glycogène et que sa forme générale ait pu induire en erreur, le liquide produit n'a aucune des propriétés physiologiques de la bile, ni aucune de ses réactions colorées. La glande présente plutôt, au point de vue fonctionnel, de l'analogie avec le pancréas des vertébrés; je ne crois cependant pas qu'il y ait identité parfaite.

La colonne de matières qui s'accumule dans l'intestin moyen, composée principalement des résidus inutilisables, granulations, corpuscules graisseux, débris de cellules, etc., provenant de la glande abdominale, chemine sous l'action de la tunique musculaire très-mince de cette portion du tube digestif et aussi, très-probablement, sous l'influence des contractions des piliers musculaires (voyez § VI de la première partie). Elle se fractionne et s'entoure d'une mince enveloppe sécrétée par l'épithélium de l'intestin. Il en résulte des excréments solides de couleur foncée qui s'engagent finalement en nombre quelquefois très-considérable dans la poche stercorale et qui ont été pris parfois pour des débris d'articulés.

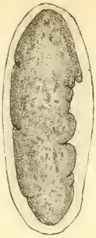
Dans la poche stercorale s'amasse, en outre, un liquide blanc crayeux, sécrété par les tubes de Malpighi et devant son aspect à la présence d'innombrables corpuscules excessivement petits affectant la forme de biscuits ou de sphères groupées deux à deux; ils sont plus denses que le liquide et parfois accompagnés de cristaux microscopiques en tables rhomboïdales.

La sécrétion des tubes malpighiens est neutre, elle renferme des sels dissous parmi lesquels le chlorure de sodium; elle ne contient, autant que j'ai pu en juger, ni acide urique, ni urates, mais on y constate toujours aisément la présence de la guanine. Les tubes malpighiens doivent donc, encore une fois, ainsi que chez les Insectes, les Myriapodes et les Phalangides, être considérés comme organes dépurateurs urinaires.

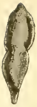
La poche stercorale est, par conséquent, un réservoir



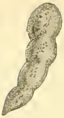
81



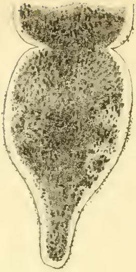
82



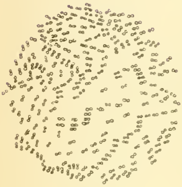
83



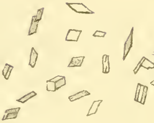
84



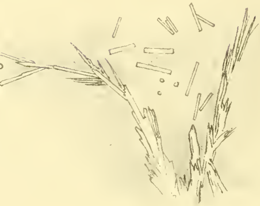
85



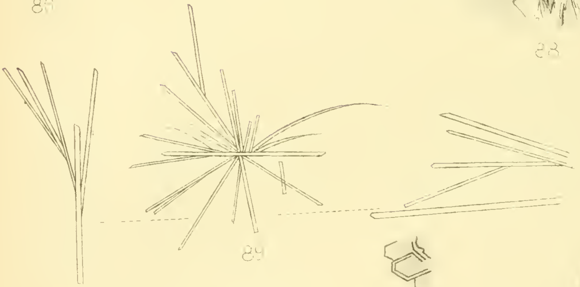
86



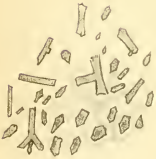
87



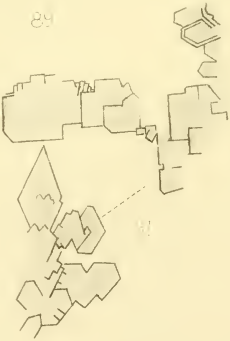
88



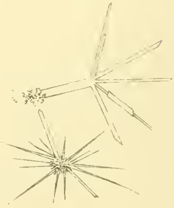
89



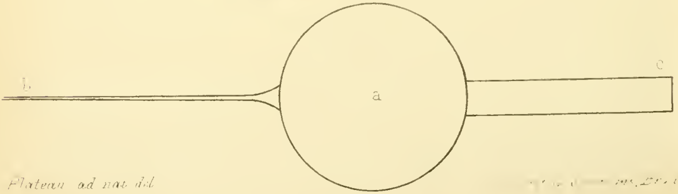
90



91



92



93

F. Plateau ad nat. del.

où se rassemblent les résidus de la digestion et les produits des tubes de Malpighi. Son contenu est expulsé, à intervalles assez longs, sous l'influence de la contraction de sa tunique musculaire développée.

Rappelons, enfin, que les Aranéides dipneumones peuvent supporter, pendant plusieurs mois, même en été, c'est-à-dire dans la période d'activité physiologique, la privation complète de toute nourriture.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Fig. 81. Excrément solide pyriforme (Argyronète). × 20.
— 82. Excrément solide elliptique ; on distingue nettement le contenu et la membrane d'enveloppe (*Epeira umbratica*). × 200.
— 83. Excrément solide à deux étranglements (Argyronète). × 20.
— 84. Excrément solide à trois étranglements (Tégénaire). × 20.
— 85. Extrémité d'un excrément solide d'Argyronète. × 200.
— 86. Corpuscules du liquide blanc de la poche stercorale (Argyronète). × 500.
— 87. Petits cristaux accompagnant les corpuscules susdits (Argyronète). × 600.
— 88. Cristaux provenant du liquide de la poche stercorale étendu d'eau et desséché spontanément sur une plaque de verre (Argyronète). × 200.
— 89. Chlorhydrate de guanine (Tégénaire domestique). × 200.
— 90. Azotate de guanine renfermant le plus d'acide. Cristaux très-petits ; cristallisation rapide à chaud (Argyronète). × 600.
— 91. Azotate de guanine renfermant le plus d'acide. Cristallisation lente; évaporation spontanée à l'air d'une solution étendue (Clubione). × 30.
— 92. Azotate de guanine renfermant le moins d'acide (Épeire diadème). × 300.
— 93. Sphère de caoutchouc munie de deux tubes de verre, servant à la démonstration du jeu de l'organe de succion.

Sur la détermination des volumes et des aires;
par M. Émile Ghysens.

I.

La méthode générale de détermination des volumes et des aires conduit le plus souvent à des calculs pénibles, que l'on peut éviter quelquefois par des artifices particuliers.

Le procédé suivant est utile sous ce rapport.

Soit

$$z=f(x,y), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

l'équation d'une surface rapportée à des axes rectangulaires OX, OY, OZ; cherchons à évaluer le volume V, compris entre la surface et le plan X Y. Nous supposerons, pour plus de simplicité, que la surface se compose d'une seule nappe, symétrique par rapport aux plans Z X, Z Y et convexe vers les z positifs.

La section faite, dans la surface, par un plan contenant l'axe OZ et faisant, avec le plan Z X, un angle φ, est représentée, dans son plan, par l'équation

$$z=f(x_1 \cos\varphi, x_1 \sin\varphi); \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

l'intersection OX_1 du plan sécant avec le plan X Y étant prise pour axe des x_1. Représentons par U le volume de révolution engendré par cette section en tournant autour de l'axe O Z. Si l'on mène, par l'axe, un second plan faisant, avec le premier, un angle infiniment petit $d\varphi$, on détermine, dans les volumes V et U, deux éléments que l'on peut substituer l'un à l'autre, en négligeant des quantités infiniment petites par rapport à ces éléments.

Le second a pour mesure la valeur de U multipliée par $\frac{d\varphi}{2\pi}$, savoir

$$\tfrac{1}{2}\, d\varphi \int_0^{Z} x_1^2\, dz, \qquad (3)$$

la limite supérieure Z étant la valeur positive *maxima* de z qui vérifie l'équation (2). Si l'on fait la somme des éléments correspondant à toutes les valeurs de φ, on a le volume cherché :

$$V = \tfrac{1}{2} \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{Z} x_1^2\, dz. \qquad (4)$$

On doit modifier la formule (4), lorsque les conditions du problème changent. Par exemple, le volume limité par le plan X Y et par le cylindre et la surface dont les équations sont

$$x^2 + y^2 = R^2,$$
$$z = f(x, y),$$

est donné par

$$V = \tfrac{1}{2} \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{Z} (R^2 - x_1^2)\, dz. \qquad (5)$$

En se laissant guider par des considérations géométriques, on trouve aisément, dans les différents cas, les changements que l'on doit faire subir à la formule (4).

La proposition suivante résulte immédiatement de ce qui précède. *Toutes les fois qu'on peut déterminer les volumes de révolution engendrés par les sections méridiennes d'un corps donné* (*), *la détermination du volume de ce*

(*) Nous appelons sections méridiennes d'un corps les sections faites par des plans qui contiennent l'axe des z.

corps est réductible aux quadratures. Il en sera ainsi, en particulier, si les aires des sections méridiennes sont exprimables algébriquement.

Les applications suivantes montreront les avantages de la méthode indiquée.

II.

L'équation de l'illipsoïde étant

$$\frac{x^2}{\alpha^2}+\frac{y^2}{\beta^2}+\frac{z^2}{\gamma^2}=1,$$

une section méridienne quelconque est représentée par

$$\frac{\alpha^2\cos^2\varphi+\beta^2\sin^2\varphi}{\alpha^2\beta^2}x_1^2+\frac{z^2}{\gamma^2}=1.$$

Le volume de révolution engendré par cette section, en tournant autour de l'axe OZ, a pour expression

$$\frac{4}{3}\pi\frac{\alpha^2\beta^2\gamma}{\alpha^2\cos^2\varphi+\beta^2\sin^2\varphi}.$$

Par suite,

$$dV=\frac{2\alpha^2\beta^2\gamma}{3}\frac{d\varphi}{\alpha^2\sin^2\varphi+\beta^2\cos^2\varphi},$$

et, en intégrant entre les limites φ_1, φ_2,

$$V=\frac{2\alpha^2\beta^2\gamma}{3}\int_{\varphi_1}^{\varphi_2}\frac{d\varphi}{\alpha^2\sin^2\varphi+\beta^2\cos^2\varphi},$$

ou

$$V=\frac{2\alpha\beta\gamma}{3}\left[\operatorname{arc\,tg}\left(\frac{\alpha}{\beta}\operatorname{tg}\varphi\right)\right]_{\varphi_1}^{\varphi_2}. \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad (6)$$

Le second membre est la mesure d'un *onglet de l'ellip-*

soïde. Si l'on fait $\varphi_2 = \varphi_1 + \frac{\pi}{2}$, on obtient, en effectuant et supprimant l'indice :

$$V = \frac{\alpha\beta\gamma}{3} \operatorname{arctg} \frac{\alpha\beta(1 + \operatorname{tg}^2\varphi)}{(\alpha^2 - \beta^2)\operatorname{tg}\varphi}.$$

On peut évaluer, de la même manière, le volume limité par la surface fermée dont l'équation est

$$1 - z^2 = \sqrt{(x^2 + y^2)(x^2 + y^2 - c^2y^2)}.$$

Les sections méridiennes sont encore des ellipses, représentées par

$$x_1^2\sqrt{1 - c^2\sin^2\varphi} + z^2 = 1.$$

On aura donc

$$dV = \frac{2}{3}\frac{d\varphi}{\sqrt{1 - c^2\sin^2\varphi}},$$

et

$$V = \frac{8}{3}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - c^2\sin^2\varphi}}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Plus généralement, si les sections méridiennes d'une surface ont pour équation

$$\frac{x_1^2}{[f(\varphi)]^2} + \frac{z^2}{\gamma^2} = 1,$$

le volume limité par la surface est donné par la formule

$$V = \frac{2\gamma}{3}\int_0^{2\pi} [f(\varphi)]^2 d\varphi. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

III.

Prenons, pour équation de l'ellipsoïde,

$$\frac{x'^2}{\alpha^2}+\frac{y'^2}{\beta^2}+\frac{z'^2}{\gamma^2}=1.$$

L'aire $A_{\varphi'}$, comprise entre la surface, le plan X Z et un plan mené par O Z, à une distance angulaire φ' du plan X Z, est donnée par la formule

$$A_{\varphi'}=2\iint dx'dy'\sqrt{\frac{1-\left(1-\frac{\gamma^2}{\alpha^2}\right)\frac{x'^2}{\alpha^2}-\left(1-\frac{\gamma^2}{\beta^2}\right)\frac{y'^2}{\beta^2}}{1-\frac{x'^2}{\alpha'^2}-\frac{y'^2}{\beta^2}}}\ (^*),\ (9)$$

où les intégrations s'étendent à toutes les valeurs de x', y' qui vérifient les relations

$$\frac{x'^2}{\alpha^2}+\frac{y'^2}{\beta^2}\overline{\overline{<}}\,1,$$

$$\frac{y'}{x'}\overline{\overline{<}}\,\operatorname{tg}\varphi'.\quad\ldots\ldots\ldots\ (10)$$

Si l'on fait

$$\frac{x'}{\alpha}=x,\quad \frac{y'}{\beta}=y\,;$$

$$1-\frac{\gamma^2}{\alpha^2}=a^2,\quad 1-\frac{\gamma^2}{\beta^2}=b^2,\quad\ldots\ldots\ (11)$$

(*) Le radical est pris positivement.

les formules (9), (10) deviennent respectivement,

$$A_{\varphi'} = 2\alpha\beta \iint dx\, dy \sqrt{\frac{1 - a^2x^2 - b^2y^2}{1 - x^2 - y^2}}\,; \quad . \quad . \quad (12)$$

$$x^2 + y^2 \overset{=}{<} 1,$$

$$\frac{y}{x} \overset{=}{<} \frac{\alpha}{\beta} \operatorname{tg} \varphi' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

La dernière des relations (13) peut encore s'écrire

$$\operatorname{tg} \varphi \overset{=}{<} \frac{\alpha}{\beta} \operatorname{tg} \varphi', \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

en convenant de représenter par φ l'angle dont la tangente est $\frac{y}{x}$.

On peut considérer l'intégrale double du second membre de la formule (12), comme étant la mesure du volume V, compris entre le plan X Y et le plan, le cylindre et la surface dont les équations sont

$$y = \operatorname{tg} \varphi \,.\, x,$$

$$x^2 + y^2 = 1,$$

$$z^2 = \frac{1 - a^2x^2 - b^2y^2}{1 - x^2 - y^2}.$$

Un plan parallèle aux $x\,y$, mené du côté des z positifs, à une distance de l'origine égale à l'unité, partage la figure en deux parties. L'une est un cylindre droit, à base circulaire, dont le volume est égal à $\frac{\varphi}{2}$; nous représenterons par Q l'autre partie. Celle-ci a pour section méridienne la ligne représentée par l'équation

$$z^2 = \frac{1 - (a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi)\, x_1^2}{1 - x_1^2},$$

où l'on fera varier x_1 depuis zéro jusqu'à 1.

Le volume de révolution, engendré par cette section en tournant autour de OZ, est exprimé par

$$\pi \int (1 - x_1^2)\, dz,$$

si l'on prend pour limites d'intégration les valeurs extrêmes de z; savoir, 1 et ∞.

Faisant

$$k^2 = a^2 \cos^2\varphi + b^2 \sin^2\varphi,$$

on tire de la dernière équation,

$$x_1^2 = \frac{1 - z^2}{k^2 - z^2}.$$

L'intégrale devient

$$\pi \frac{1 - k^2}{2} \int_1^\infty \frac{dz}{z^2 - k^2},$$

ou, par un calcul facile,

$$\pi \frac{1 - k^2}{k}\, l \frac{1 + k}{1 - k}.$$

On prendra donc pour élément de la partie considérée

$$dQ = \frac{1 - k^2}{4k}\, l \frac{1 + k}{1 - k}\, d\varphi.$$

Par suite

$$Q = \frac{1}{4} \int_0^\varphi \frac{1 - k^2}{k}\, l \frac{1 + k}{1 - k}\, d\varphi.$$

La formule (12), où l'on remplace l'intégrale double par sa valeur $\left(\frac{\varphi}{2} + Q\right)$, devient

$$A_{\varphi'} = \alpha\beta\varphi + \frac{\alpha\beta}{2} \int_0^\varphi \frac{1 - k^2}{k}\, l \frac{1 + k}{1 - k}\, d\varphi.$$

Si l'on fait $\varphi = \frac{\pi}{2}$, et qu'on multiplie par 4, on a l'aire totale de l'ellipsoïde :

$$A = 2\pi\alpha\beta + 2\alpha\beta \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1-k^2}{k}\, l\, \frac{1+k}{1-k}\, d\varphi \text{ (*)}.$$

Soit $A_{\varphi''}$ l'aire de l'ellipsoïde comprise entre le plan X Z et un plan mené par O Z, à une distance angulaire φ'' du plan X Z. La mesure d'un *fuseau de l'ellipsoïde* a pour expression

$$A_{\varphi''} - A_{\varphi'} = \alpha\beta \left[\operatorname{arc\,tg} \left(\frac{\alpha}{\beta} \operatorname{tg} \varphi \right) \right]_{\varphi'}^{\varphi''}$$

$$+ \frac{\alpha\beta}{2} \int_{\operatorname{arc\,tg}\left(\frac{\alpha}{\beta} \operatorname{tg} \varphi'\right)}^{\operatorname{arc\,tg}\left(\frac{\alpha}{\beta} \operatorname{tg} \varphi''\right)} \frac{1-k^2}{k}\, l\, \frac{1+k}{1-k}\, d\varphi.$$

IV.

L'aire d'un fuseau de l'ellipsoïde peut s'exprimer en fonction de deux intégrales définies

Représentons par I l'intégrale indéfinie

$$\int_0^{\varphi} \frac{1-k^2}{k}\, l\, \frac{1+k}{1+k}\, d\varphi.$$

En faisant usage de la formule connue

$$\frac{1}{k}\, l\, \frac{1+k}{1-k} = 2 \int_0^1 \frac{dt}{1-k^2t^2},$$

(*) Cette expression de l'aire totale de l'ellipsoïde est due à M. Catalan, qui l'a obtenue en décomposant la surface en rectangles formés par des lignes de niveau et des lignes de plus grande pente. (*Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. XXX, p. 97.)

on obtient d'abord

$$I = 2\int_0^1 dt \int_0^\varphi \frac{1-k^2}{1-k^2t^2}\,d\varphi,$$

puis, par une transformation très-simple,

$$I = 2\int_0^1 \frac{dt}{t^2}\left[\varphi - (1-t^2)\int_0^\varphi \frac{d\varphi}{1-k^2t^2}\right].$$

Mais

$$\int_0^\varphi \frac{d\varphi}{1-k^2t^2} = \int_0^\varphi \frac{d\varphi}{(1-b^2t^2)\sin^2\varphi + (1-a^2t^2)\cos^2\varphi}$$
$$= \frac{1}{\sqrt{(1-a^2t^2)(1-b^2t^2)}} \operatorname{arc\,tg}\left(u\sqrt{\frac{1-b^2t^2}{1-a^2t^2}}\right),$$

en posant

$$\operatorname{tg}\varphi = u.$$

Il vient donc

$$I = 2\int_0^1 \frac{dt}{t^2}\left[\varphi - \frac{1-t^2}{\sqrt{(1-a^2t^2)(1-b^2t^2)}} \operatorname{arc\,tg}\left(u\sqrt{\frac{1-b^2t^2}{1-a^2t^2}}\right)\right],$$

et, en remplaçant t par $\frac{1}{t}$,

$$I = 2\int_1^\infty dt\left[\varphi - \frac{t^2-1}{\sqrt{(t^2-a^2)(t^2-b^2)}} \operatorname{arc\,tg}\left(u\sqrt{\frac{1-b^2t^2}{1-a^2t^2}}\right)\right].$$

Pour transformer cette expression, on observe que

$$D_t\left[\frac{\sqrt{(t^2-a^2)(t^2-b)}}{t} \operatorname{arc\,tg}\left(u\sqrt{\frac{t^2-b^2}{t^2-a^2}}\right)\right]$$
$$= \frac{t^2}{\sqrt{(t^2-a^2)(t^2-b^2)}} \operatorname{arc\,tg}\left(u\sqrt{\frac{t^2-b^2}{t^2-a^2}}\right)$$
$$- \frac{a^2b^2}{t^2\sqrt{(t^2-a^2)(t^2-b^2)}} \operatorname{arc\,tg}\left(u\sqrt{\frac{t^2-b^2}{t^2-a^2}}\right)$$
$$- \frac{u(a^2-b^2)}{(1+u^2)t^2-(a^2+b^2u^2)}.$$

On déduit de là

$$\int_1^{\infty} \frac{t^2}{\sqrt{(t^2-a^2)(t^2-b^2)}} \operatorname{arc\,tg}\left(u\sqrt{\frac{t^2-b^2}{t^2-a^2}}\right)$$

$$= a^2b^2\int_1^{\infty} \frac{1}{t^2\sqrt{(t^2-a^2)(t^2-b^2)}} \operatorname{arc\,tg}\left(u\sqrt{\frac{t^2-b^2}{t^2-a^2}}\right)$$

$$+ u(a^2-b^2)\int_1^{\infty} \frac{dt}{(1+u^2)t^2-(a^2+b^2u^2)}$$

$$+ \left[\frac{\sqrt{(t^2-a^2)(t^2-b^2)}}{t} \operatorname{arc\,tg}\left(u\sqrt{\frac{t^2-b^2}{t^2-a^2}}\right)\right]_1^{\infty}.$$

Par suite,

$$\mathrm{I} = 2\left[t\varphi - \frac{\sqrt{(t^2-a^2)(t^2-b^2)}}{t} \operatorname{arc\,tg}\left(u\sqrt{\frac{t^2-b^2}{t^2-a^2}}\right)\right]_1^{\infty}$$

$$-2\int_1^{\infty} \frac{a^2b^2-t^2}{t^2\sqrt{(t^2-a^2)(t^2-b^2)}} \operatorname{arc\,tg}\left(u\sqrt{\frac{t^2-b^2}{t^2-a^2}}\right)$$

$$-2u(a^2-b^2)\int_1^{\infty} \frac{dt}{(1+u^2)t^2-(a^2+b^2u^2)}.$$

La première partie du second membre s'annule pour $t=\infty$; et la dernière, avec son signe, est équivalente à

$$-\frac{(a^2-b^2)\sin\varphi\cos\varphi}{k}\, l\,\frac{1+k}{1-k}.$$

D'après cela, et en remplaçant $(1-a^2)$, $(1-b^2)$ par leurs valeurs $\frac{\gamma^2}{\alpha^2}$, $\frac{\gamma^2}{\beta^2}$, on obtient

$$\mathrm{I} = 2\left[\frac{\gamma^2}{\alpha\beta}\operatorname{arc\,tg}\left(u\,\frac{\alpha}{\beta}\right)-\varphi\right] = \frac{(a^2-b^2)\sin\varphi\cos\varphi}{k}\, l\,\frac{1+k}{1-k}$$

$$-2\int_1^{\infty} \frac{a^2b^2-t^2}{t^2\sqrt{(t^2-a^2)(t^2-b^2)}} \operatorname{arc\,tg}\left(u\sqrt{\frac{t^2-b^2}{t^2-a^2}}\right)dt;$$

et, en remplaçant encore, dans la formule (16), I par sa valeur,

$$A_{\varphi'} = \gamma^2 \operatorname{arc\,tg}\left(u\frac{\alpha}{\beta}\right) - \frac{\alpha\beta\,(a^2 - b^2)\sin\varphi\cos\varphi}{2k}\, l\,\frac{1+k}{1-k}$$

$$-\alpha\beta\int_1^\infty \frac{a^2b^2 - t^2}{t^2\sqrt{(t^2 - a^2)(t^2 - b\,)}}\operatorname{arc\,tg}\left(u\sqrt{\frac{t^2 - b^2}{t^2 - a^2}}\right)dt.$$

Faisons enfin

$$=\frac{a}{\sin\psi},\quad \sin\mu = a,\quad c = \frac{b}{a};$$

l'intégrale du second membre devient

$$-\frac{1}{a}\int_0^\mu \frac{1 - b^2\sin^2\psi}{\sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}}\operatorname{arc\,tg}\frac{u\sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}}{\cos\psi}\,d\psi,$$

ou

$$-\frac{1}{a}\left[(1 - a^2)\int_0^\mu \frac{d\psi}{\sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}}\operatorname{arc\,tg}\frac{u\sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}}{\cos\psi}\right.$$

$$\left. + a^2\int_0^\mu d\psi\sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}\operatorname{arc\,tg}\frac{u\sqrt{1 - c^2\sin\psi}}{\cos\psi}\right].$$

Si l'on met au lieu de a sa valeur $\frac{\sqrt{\alpha^2\gamma^2}}{\alpha}$, et qu'on adopte les notations

$$H(c, \mu, u) = \int_0^\mu \sqrt{1 - c^2\sin^2\varphi}\operatorname{arc\,tg}\frac{u\sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}}{\cos\psi}\,d\psi,$$

$$I(c, \mu, u) = \int_0^\mu \frac{1}{\sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}}\operatorname{arc\,tg}\frac{u\sqrt{1 - c^2\sin^2\psi}}{\cos\psi}\,d\psi,$$

la dernière expression peut être remplacée par celle-ci

$$-\frac{1}{\alpha\sqrt{\alpha^2 - \gamma_2}}\left[(\alpha^2 - \gamma^2)\,H(c, \mu, u) + \gamma^2 I(c, \mu, u)\right];$$

et l'on a

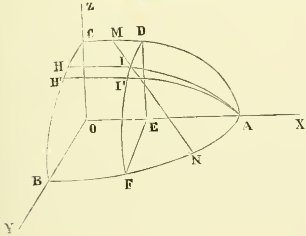
$$A_{\varphi'} = \gamma^2 \operatorname{arc\,tg}\left(u\frac{\alpha}{\beta}\right) - \frac{\alpha\beta(a^2-b^2)\sin\varphi\cos\varphi}{2k}\, l\,\frac{1+k}{1-k}$$

$$+ \frac{\beta}{\sqrt{\alpha^2-\gamma^2}}\left[(\alpha^2-\gamma^2)\,\mathrm{H}\,(c,\mu,u) + \mathrm{I}\,(c,\mu,u)\right].$$

L'aire d'un fuseau, $A_{\varphi''} - A_{\varphi'}$, s'exprime donc en fonction des transcendantes H, I. Celles-ci, dans l'hypothèse $\varphi' = \frac{\pi}{2}$, sont égales, respectivement, à $\frac{\pi}{2}\mathrm{E}\,(c,\mu)$, $\frac{\pi}{2}\mathrm{F}\,(c,\mu)$; et l'on retrouve la formule de Legendre :

$$A = 2\pi\gamma^2 + \frac{2\pi\beta}{\sqrt{\alpha^2-\gamma^2}}\left[(\alpha^2-\gamma^2)\,\mathrm{E}\,(c,\mu) + \gamma^2\,\mathrm{F}(c,\mu)\right].$$

V.



On peut souvent évaluer, par des considérations analogues à celles du paragraphe I, des aires partielles de surfaces de révolution. Prenons, comme exemple, l'ellipsoïde de révolution allongé A B C, représenté par l'équation

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2+z^2}{b^2} = 1.$$

L'aire de la surface, comprise entre le plan Z Y et un plan D E F, parallèle à celui-ci et situé à la distance x de l'origine, a pour expression, comme on sait,

$$S = \pi b\left(x\sqrt{1-r^2x^2} + \frac{1}{r}\operatorname{arc\,sin} rx\right),$$

pourvu qu'on pose

$$r^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^4}.$$

On a donc, en représentant par $d\mathrm{A}$ la partie infiniment petite H I H′ I′, comprise entre deux plans voisins, menés par O X,

$$d\mathrm{A} = \frac{b}{2}\left(x\sqrt{1 - r^2x^2} + \frac{1}{r}\,\text{arc sin } rx\right)d\varphi,$$

φ étant l'angle que fait le plan H A E avec le plan Z X. Dans cette expression, x représente la distance de l'extrémité I de l'élément de surface au plan Z Y ; on peut supposer que cette quantité varie avec l'angle φ. Le lieu géométrique de l'extrémité I est une ligne M I N, tracée sur l'ellipsoïde; et, si l'on fait la somme des éléments $d\mathrm{S}$, correspondant à toutes les valeurs de φ, depuis zéro jusqu'à $\frac{\pi}{2}$, on obtient l'aire A de la partie BCMN.

Supposons que l'on ait,

$$\text{arc sin } rx = r \sin \varphi.$$

Il en résulte

$$x = \frac{1}{r} \sin (r \sin \varphi);$$

par suite

$$d\mathrm{A} = \frac{b}{2}\left[\frac{\sin (2r \sin \varphi)}{2r} + \sin \varphi\right]d\varphi,$$

et, en intégrant entre zéro et $\frac{\pi}{2}$ (*),

$$\mathrm{A} = \frac{b}{4r}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin (2r \sin \varphi)\, d\varphi + \frac{b}{2}.$$

(*) On peut faire varier φ entre ces limites, si l'on suppose a plus grand que l'unité.

Lorsque l'ellipsoïde est remplacé par une sphère, l'aire de la figure H I H' I', comme le montre la géométrie élémentaire, est égale à $a\,x\,d\varphi$, a étant le rayon.

On a donc, pour déterminer les aires sphériques, la formule générale

$$A = a\int_0^{\varphi} x d\varphi.$$

Par exemple, si x égale $a \sin\varphi$, et qu'on intègre entre zéro et $\frac{\pi}{2}$, on obtient

$$A = a^2;$$

c'est la solution du *problème de Viviani.*

On voit, par la dernière formule, que l'on peut représenter d'une manière simple, au moyen des aires sphériques, un nombre illimité de fonctions algébriques et transcendantes.

Si l'on fait successivement

$$x = \frac{1}{a.\varphi}, \quad x = \frac{1}{a\sqrt{1-c^2\sin^2\varphi}}, \quad x = \frac{\sqrt{1-c^2\sin^2\varphi}}{a}\ldots,$$

on obtient des aires sphériques égales, respectivement, à la fonction logarithmique, aux intégrales elliptiques de première et de deuxième espèce...

Note sur l'extension des théories de l'involution et de l'homographie; par M. C. Le Paige, chargé de cours d'analyse à l'Université de Liége.

La condition qui exprime que $2n$ points sont conjugués harmoniques d'ordre n, peut prendre, avons-nous dit (*), des formes analogues à celles qui caractérisent les points harmoniques du second ordre.

Nous allons donner plusieurs de ces formes et entrer, au sujet des involutions supérieures, dans quelques détails qui ne nous semblent pas entièrement dénués d'intérêt : les recherches que nous nous proposons d'exposer exigent des considérations préliminaires dont nous nous occuperons d'abord.

Théorème. *Le déterminant*

$$D = \begin{vmatrix} 1 - \Sigma\lambda_1 + \Sigma\lambda_1\lambda_2 \\ 1 - \Sigma\mu_1 + \Sigma\mu_1\mu_2 \\ 1 - \Sigma\nu_1 + \Sigma\nu_1\nu_2 \end{vmatrix}$$

conserve la même valeur absolue, lorsqu'on y remplace $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3; \mu_1, \mu_2, \mu_3$, *etc., par des quantités,* $\lambda'_1, \lambda'_2, \lambda'_3$, *etc., telles que*

$$\lambda'_1 = x - \lambda_1; \quad \lambda'_2 = x - \lambda_2; \quad etc.$$

En effet

$$\Sigma\lambda'_1 = 3x - \Sigma\lambda_1; \quad \Sigma\mu'_1 = 3x - \Sigma\mu_1; \quad \text{etc.}$$

$$\Sigma\lambda'_1\lambda'_2 = 3x^2 - 2x\,\Sigma\lambda_1 + \Sigma\lambda_1\lambda_2; \quad \text{etc.}$$

(*) *Bull. de l'Académie royale de Belgique*, t. XLIV. Octobre 1877, p. 365.

Il en résulte que

$$D' = \begin{vmatrix} 1 - \Sigma\lambda'_1 + \Sigma\lambda'_1\lambda'_2 \\ 1 - \Sigma\mu'_1 + \Sigma\mu'_1\mu'_2 \\ 1 - \Sigma\nu'_1 + \Sigma\nu'_1\nu'_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 - 3x + \Sigma\lambda_1 & 3x^2 - 2x\,\Sigma\lambda_1 + \Sigma\lambda_1\lambda_2 \\ 1 - 3x + \Sigma\mu_1 & 3x^2 - 2x\,\Sigma\mu_1 + \Sigma\mu_1\mu_2 \\ 1 - 3x + \Sigma\nu_1 & 3x^2 - 2x\,\Sigma\nu_1 + \Sigma\nu_1\nu_2 \end{vmatrix}.$$

Dans le second déterminant, ajoutons, à la seconde colonne, les éléments de la première multipliés par $3x$, ce qui n'en change pas la valeur.

Nous aurons

$$D' = \begin{vmatrix} 1 & \Sigma\lambda_1 & 3x^2 - 2x\,\Sigma\lambda_1 + \Sigma\lambda_1\lambda_2 \\ 1 & \Sigma\mu_1 & 3x^2 - 2x\,\Sigma\mu_1 + \Sigma\mu_1\mu_2 \\ 1 & \Sigma\nu_1 & 3x_2 - 2x\,\Sigma\nu_1 + \Sigma\nu_1\nu_2 \end{vmatrix}.$$

Si, aux éléments de la dernière colonne, nous ajoutons les éléments de la première et ceux de la seconde, respectivement multipliés par $-3x^2$ et $2x$, nous trouvons

$$D' = -D.$$

On pourrait donner, de ce théorème, une interprétation géométrique simple. Il est visible, de plus, que la démonstration s'applique à un déterminant de même forme que D et d'ordre quelconque.

Ceci établi, écrivons la condition d'involution de $(n+1)n$ points :

$$\begin{vmatrix} 1 - \Sigma\lambda_1 + \Sigma\lambda_1\lambda_2 \ldots \pm \lambda_1\lambda_2 \ldots \lambda_n \\ 1 - \Sigma\mu_1 + \Sigma\mu_1\mu_2 \ldots \pm \mu_1\mu_2 \ldots \mu_n \\ \cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot \\ 1 - \Sigma\varpi_1 + \Sigma\varpi_1\varpi_2 \ldots \pm \varpi_1\varpi_2 \ldots \varpi_n \end{vmatrix} = 0. \quad . \quad (1)$$

Ce déterminant, comme nous l'avons vu, ne change pas de valeur absolue si nous y remplaçons $\lambda_1, \lambda_2, \dots \lambda_n$, etc., par $x - \lambda_1$, $x - \lambda_2 \dots x - \lambda_n$, etc. : il en sera de même de chacun des mineurs :

$$\left| \begin{array}{l} 1 - \Sigma\lambda_1 + \Sigma\lambda_1\lambda_2 \dots \mp \Sigma\lambda_1\lambda_2 \dots \lambda_{n-1} \\ 1 - \Sigma\mu_1 + \Sigma\mu_1\mu_2 \dots \mp \Sigma\mu_1\mu_2 \dots \mu_{n-1} \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ 1 - \Sigma\varpi_1 + \Sigma\varpi_1\varpi_2 \dots \mp \Sigma\varpi_1\varpi_2 \dots \varpi_{n-1} \end{array} \right|.$$

Par suite, si nous développons le premier membre de l'équation (1) suivant les éléments de la dernière colonne, après y avoir effectué la substitution indiquée, nous trouvons

$$\begin{aligned} p_1(x-\lambda_1)(x-\lambda_2)\dots(x-\lambda_n) + p_2(x-\mu_1)(x-\mu_2)\dots(x-\mu_n) + \cdots \\ + p_{n+1}(x-\varpi_1)(x-\varpi_2)\dots(x-\varpi_n) = 0, \quad . \quad . \quad (2) \end{aligned}$$

où $p_1, p_2, \dots p_{n+1}$ sont indépendantes de x.

Puisque nous en avons l'occasion, nous dirons quelques mots de l'interprétation géométrique des quantités p.

Pour $n = 2$, les coefficients p_1, p_2, p_3 sont proportionnels aux déterminants

$$\left| \begin{array}{l} 1 - \Sigma\lambda_1 \\ 1 - \Sigma\mu_1 \end{array} \right|, \text{ etc.}$$

par conséquent aux lignes $\Sigma\lambda_1 - \Sigma\mu_1$, $\Sigma\mu_1 - \Sigma\nu_1$, etc.; ou aux distances qui séparent les points milieux des trois couples.

Il en est encore ainsi pour les involutions de $3n$ points, seulement les points milieux sont remplacés par les centres des moyennes distances de chaque groupe de n points.

Dans nos involutions, lorsque $n = 3$, les constantes p_1, p_2, p_3, p_4 sont proportionnelles aux aires de quatre triangles; lorsque $n = 4$, les constantes sont proportionnelles aux volumes de cinq tétraèdres.

Il est inutile de développer ces considérations : on s'apercevra aisément qu'il en est ainsi en se rappelant l'expression de l'aire du triangle, et celle du volume du tétraèdre, au moyen des déterminants.

Au delà de $n = 4$, il n'y a plus d'interprétation géométrique possible : nous devrions recourir alors à la conception des variétés n^{plement} étendues (*).

Remarquons encore que si trois formes

$$\begin{gathered}(a_1,\ a_2,\ a_3 \between x,\ y)^2,\\ (b_1,\ b_2,\ b_3 \between x,\ y)^2,\\ (c_1,\ c_2,\ c_3 \between x,\ y)^2,\end{gathered}$$

représentent six points en involution, les droites qui ont pour équations

$$\begin{gathered}(a_1,\ a_2,\ a_3 \between x,\ y,\ z) = 0,\\ (b_1,\ b_2,\ b_3 \between x,\ y,\ z) = 0,\\ (c_1,\ c_2,\ c_3 \between x,\ y,\ z) = 0,\end{gathered}$$

passent par un même point.

De plus les trois points (a_1, a_2, a_3), (b_1, b_2, b_3), (c_1, c_2, c_3) sont en ligne droite.

Cette dernière propriété a été employée par Hesse (**).

(*) RIEMANN, *Ueber die Hypothesen*, etc. MATH. WERKE. *S.* 255. Voir aussi CAUCHY, *Mémoire sur les lieux analytiques;* C. R., t. XXIV, p. 885, CAYLEY, *Introductory Memoir upon Quantics*, PHILOS. TRANS., t. CXLIV, p. 246; GAUSS, *Theoria resid., biquad. Comm. secund.* WERKE, *S.* 110. *Ibid.*, *S.* 178, 2ter Band, etc.

Il y a d'ailleurs d'autres relations entre les involutions à $(n + 1)n$ points et les variétés à n dimensions.

(**) HESSE, *Ein Uebertragungsprincip,* JOURN. DE CRELLE, t. LXVI p. 15.

Dans le cas du troisième ordre, on a des théorèmes analogues, où il suffit de remplacer le mot droite par le mot plan.

Nous revenons maintenant à l'objet que nous avions spécialement en vue.

Si dans la condition d'involution, nous supposons que les n points de chacun de n groupes se réduisent à un seul, nous obtenons la relation qui existe entre $2n$ points harmoniques (*).

En introduisant cette hypothèse dans l'équation (2), nous aurons

$$p_1 \Pi(x-\lambda)+p_2(x-\mu)^n+p_3(x-\nu)^n+\cdots+p_{n+1}(x-\varpi)^n=0. \quad (3)$$

Si nous désignons par m un point arbitraire, par a_1, a_2, a_n, e, f, ... g les $2n$ points conjugués harmoniques, la relation (3) devient

$$p_1 . ma_1 . ma_2 \ldots ma_n + p_2 . \overline{me}^n + p_3 . \overline{mf}^n + \cdots + p_{n+1} . \overline{mg}^n = 0. \quad (4)$$

Lorsque $n = 2$, nous obtenons l'égalité connue (**)

$$ma_1 . ma_2 . ef + \overline{me}^2 . f\alpha + \overline{mf}^2 . \alpha e = 0.$$

Remarquons encore que l'égalité fondamentale

$$I_1 = 0,$$

(*) Il conviendrait peut-être, pour la brièveté du langage, d'appeler cette relation : *Relation d'harmonie.*

(**) CHASLES, *Géométrie supérieure*, p. 43.

revient, dans ce cas, à la relation

$$ma_1 \,.\, ma_2 + me \,.\, mf = 2m\alpha \,.\, mO.$$

Nous n'insisterons pas davantage sur ce point.

Il ne serait pas difficile de déduire de nos formes toutes celles qui sont connues pour le second ordre.

Il nous reste à développer d'autres propriétés de l'invariant I_1.

Soient deux formes binaires

$$U_1 \equiv (a_1,\ a_2,\ \ldots\ a_{n+1} \between x,\ y)^n,$$
$$U_2 \equiv (b_1,\ b_2,\ \ldots\ b_{n+1} \between x',\ y')^n.$$

Formons les différences

$$x_p y'_q - x'_q y_p.$$

Si nous remplaçons les variables x, y, x', y', par de nouvelles variables X, Y; X', Y', au moyen d'une même substitution

$$\delta = \begin{pmatrix} \alpha, & \beta \\ \alpha', & \beta' \end{pmatrix},$$

nous aurons

$$X_p Y'_q - X'_q Y_p = \delta (x_p y'_q - x'_q y_p).$$

Nous pouvons représenter chacune de ces différences par la notation

$$(xy')_{pq}.$$

Faisons le produit de n différences semblables, où la suite des nombres p soit une permutation de $1.2.3\ldots n$, ainsi que la suite des nombres q.

Il est toujours possible de ranger l'une de ces suites d'après l'ordre naturel.

Nous représenterons par $I_{q_1 q_2 \cdots q_n}$ l'un de ces produits, $q_1 q_2 \ldots q_n$ désignant toujours une permutation de $1.2.3\ldots n$, de telle sorte que nous aurons

$$I_{q_1 q_2 \cdots q_n} = (xy')_{1q_1}(xy')_{2q_2} \ldots (xy')_{nq_n}.$$

Chacune de ces fonctions est un invariant, et il résulte de leur définition, que le quotient de deux d'entre elles, tel que

$$\frac{I_{q_1 q_2 \cdots q_n}}{I_{q'_1 q'_2 \cdots q'_n}},$$

est un invariant absolu : il jouit d'ailleurs de la propriété d'être projectif.

On voit que l'on peut former n' de ces invariants.

Si les formes U_1, U_2, sont écrites

$$U_1 \equiv (a_1, a_2, \ldots a_{n+1} \between \lambda, 1)^n,$$
$$U_2 \equiv (b_1, b_2, \ldots b_{n+1} \between \theta, 1)^n,$$

$I_{q_1 q_2 \cdots q_n}$ a pour expression

$$(\lambda_1 - \theta_{q_1})(\lambda_2 - \theta_{q_2}) \ldots (\lambda_n - \theta_{q_n}).$$

En représentant, comme précédemment par I_1, l'invariant quadratique simultané de U_1 et de U_2, il est facile de voir que

$$I_1 = \frac{a_1 b_1}{n!} \Sigma \, I_{q_1 q_2 \cdots q_n},$$

expression qui nous paraît assez remarquable.

Si les points représentés par les deux formes sont conjugués harmoniques, $I_1 = 0$.

On a donc

$$\Sigma I_{q_1 q_2 \cdots q_n} = 0. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad (5)$$

Parmi les $n!$ permutation $q_1 q_2 \ldots q_n$, se trouve la permutation $1.2.3 \ldots n$.

Divisons par $I_{1.2.3..n}$ tous les termes de l'égalité (5) et soit $\mathfrak{I}_{q_1 q_2 \cdots q_n}$ le quotient

$$\frac{I_{q_1 q_2 \cdots q_n}}{I_{1.2.3 \ldots n}} \, (^*).$$

L'égalité (5) devient

$$\Sigma \mathfrak{I}_{q_1 q_2 \cdots q_n} = -1.$$

Au lieu de considérer l'invariant I_1, nous pouvons former l'invariant

$$I_m = a_1 b_1 \, \Sigma \, m_{q_1 q_2 \cdots q_n} I_{q_1 q_2 \cdots q_n},$$

où les quantités $m_{q_1 q_2 \cdots q_n}$ représentent des constantes.

Nous donnerons à cette fonction le nom de *fonction anharmonique.*

(*) Les invariants $\mathfrak{I}_{q_1 q_2 \cdots q_n}$ sont, comme on le voit, les rapports anharmoniques de M. Folie. La théorie analytique que nous venons d'exposer, appliquée au troisième ordre seulement, nous avait conduit de notre côté, depuis quelque temps déjà, à la notion de ce rapport, appelé par nous *hyperharmonique.* Néanmoins, nous n'en avions fait que quelques applications peu importantes, au point de vue géométrique, lorsque la découverte de M. Folie a rappelé notre attention sur cet objet.

Il est visible que l'on peut toujours choisir les constantes de telle sorte que, pour $2n$ points quelconques en ligne droite, la fonction anharmonique s'annule : nous supposerons toujours qu'elle ait cette valeur.

D'après ce qui précède, on voit que :

Si, dans la fonction anharmonique, les constantes sont égales, les 2n *points sont conjugués harmoniques du* n^e *ordre.*

Dans le cas où $n = 2$ les invariants $I_{q\,q_2\ldots q_n}$ sont au nombre de deux, I_{12} et I_{21}.

On a donc

$$m_{12} I_{12} + m_{21} I_{21} = 0,$$

ou, en nous reportant aux notations précédentes,

$$m_{12}(\lambda_1 - \theta_1)(\lambda_2 - \theta_2) + m_{21}(\lambda_1 - \theta_2)(\lambda_2 - \theta_1) = 0.$$

$$\mathfrak{J}_{21} = \frac{(\lambda_1 - \theta_2)(\lambda_2 - \theta_1)}{(\lambda_1 - \theta_1)(\lambda_2 - \theta_2)} = -\frac{m_{12}}{m_{21}}.$$

Nous savons que quatre points sont conjugués harmoniques lorsque leur rapport anharmonique est égal à -1.

Or, il en est ainsi lorsque $m_{12} = m_{21}$.

Remarquons encore que si nous faisons le produit de tous les invariants $I_{q_1 q_2\ldots q_n}$, ce produit est égal à

$$\left[(\lambda_1-\theta_1)(\lambda_1-\theta_2)\ldots(\lambda_1-\theta_n)(\lambda_2-\theta_1)(\lambda_2-\theta_2)\ldots(\lambda_2-\theta_n)\ldots(\lambda_n-\theta_1)(\lambda_n-\theta_2)\ldots(\lambda_n-\theta_n)\right]^{n-1!},$$

c'est-à-dire qu'il est égal au résultant des deux formes U_1, U_2, élevé à la puissance $(n - 1)!$

$$\Pi . I_{q_1 q_2\ldots q_n} = R^{(n-1)!}.$$

Par suite, si, dans la fonction anharmonique, tous les coefficients s'annulent, à l'exception d'un seul, le résultant s'annule, c'est-à-dire qu'un point d'un groupe coïncide avec un point du second groupe.

Ceci concorde avec la théorie du rapport anharmonique du second ordre.

Lorsque six points sont en involution, le rapport anharmonique de quatre d'entre eux, pris dans les trois groupes, est égal au rapport de leurs conjugués.

Pour les involutions des ordres supérieurs, il existe des relations moins simples, mais complétement analogues, entre les invariants $\mathfrak{I}_{q_1 q_2 \ldots q_n}$.

Afin d'éviter la longueur des calculs, nous nous contenterons de développer ce point pour l'involution du troisième ordre.

Si dans l'équation (2), nous faisons successivement $x = \varpi_1$, $x = \varpi_2$, $x = \varpi_3$, nous avons les trois égalités

$$\begin{aligned}
&p_1(\varpi_1-\lambda_1)(\varpi_1-\lambda_2)(\varpi_1-\lambda_3)+p_2(\varpi_1-\mu_1)(\varpi_1-\mu_2)(\varpi_1-\mu_3)+p_3(\varpi_1-\nu_1)(\varpi_1-\nu_2)(\varpi_1-\nu_3)=0,\\
&p_1(\varpi_2-\lambda_1)(\varpi_2-\lambda_2)(\varpi_2-\lambda_3)+p_2(\varpi_2-\mu_1)(\varpi_2-\mu_2)(\varpi_2-\mu_3)+p_3(\varpi_2-\nu_1)(\varpi_2-\nu_2)(\varpi_2-\nu_3)=0,\\
&p_1(\varpi_3-\lambda_1)(\varpi_3-\lambda_2)(\varpi_3-\lambda_3)+p_2(\varpi_3-\mu_1)(\varpi_3-\mu_2)(\varpi_3-\mu_3)+p_3(\varpi_3-\nu_1)(\varpi_3-\nu_2)(\varpi_3-\nu_3)=0.
\end{aligned}$$

Le résultant de ces trois équations, linéaires et homogènes par rapport aux p est donc nul et la condition d'involution peut s'écrire

$$\begin{vmatrix}
(\varpi_1-\lambda_1)(\varpi_1-\lambda_2)(\varpi_1-\lambda_3) & (\varpi_1-\mu_1)(\varpi_1-\mu_2)(\varpi_1-\mu_3) & (\varpi_1-\nu_1)(\varpi_1-\nu_2)(\varpi_1-\nu_3)\\
(\varpi_2-\lambda_1)(\varpi_2-\lambda_2)(\varpi_2-\lambda_3) & (\varpi_2-\mu_1)(\varpi_2-\mu_2)(\varpi_2-\mu_3) & (\varpi_2-\nu_1)(\varpi_2-\nu_2)(\varpi_2-\nu_3)\\
(\varpi_3-\lambda_1)(\varpi_3-\lambda_2)(\varpi_3-\lambda_3) & (\varpi_3-\mu_1)(\varpi_3-\mu_2)(\varpi_3-\mu_3) & (\varpi_3-\nu_1)(\varpi_3-\nu_2)(\varpi_3-\nu_3)
\end{vmatrix} = 0.$$

Développons ce déterminant suivant les éléments de la première rangée, nous obtiendrons une somme de termes de la forme

$$(\varpi_1-\lambda_1)(\varpi_1-\lambda_2)(\varpi_1-\lambda_3)\ (\varpi_2-\mu_1)(\varpi_2-\mu_2)(\varpi_2-\mu_3)\ (\varpi_3-\nu_1)(\varpi_3-\nu_2)(\varpi_3-\nu_3).$$

Si nous divisons tous les termes du développement par

$$(\varpi_1-\lambda_1)(\varpi_1-\mu_1)(\varpi_1-\nu_1)\ (\varpi_2-\lambda_2)(\varpi_2-\mu_2)(\varpi_2-\nu_2)\ (\varpi_3-\lambda_3)(\varpi_3-\mu_3)(\varpi_3-\nu_3),$$

nous trouverons une somme de produits tels que

$$\frac{(\varpi_1-\lambda_2)(\varpi_2-\mu_3)(\varpi_3-\nu_1)}{(\varpi_1-\nu_1)(\varpi_2-\lambda_2)(\varpi_3-\mu_3)}\cdot\frac{(\varpi_1-\lambda_3)(\varpi_2-\mu_1)(\varpi_3-\nu_2)}{(\varpi_1-\mu_1)(\varpi_2-\nu_2)(\varpi_3-\lambda_3)}.$$

Chacun des facteurs de ce produit est un invariant $\mathfrak{J}$. Il serait presque impossible, à cause de la complication des formules, d'exprimer sous forme symbolique et au moyen des invariants $\mathfrak{J}$ la condition d'involution, même pour le troisième ordre. Il nous suffit d'avoir montré jusqu'à quel point le théorème connu de l'involution du second ordre s'étend aux involutions supérieures et dans quel sens cette extension doit se faire.

Nous voyons que pour l'involution du troisième ordre, une somme de produits deux à deux des invariants $\mathfrak{J}$ se réduit à zéro.

En général, c'est la réduction à zéro d'une somme de produits $n-1$ à $n-1$ des invariants $\mathfrak{J}$ qui exprime la condition d'involution.

Observons encore que dans chacun des invariants J, $2n$ points, pris parmi les $(n+1)n$ points et appartenant aux $n+1$ groupes, sont associés.

L'analogie que nous signalions est donc complète. De l'expression de I_1, au moyen des $I_{q_1 q_2 \ldots q_n}$ peut se déduire l'invariant quadratique d'une forme de degré pair. Cette fonction est, à un facteur près, égale à

$$\Sigma(\lambda_1-\lambda_{q_1})(\lambda_2-\lambda_{q_2})\ldots(\lambda_n-\lambda_{q_n}).$$

On peut aussi exprimer au moyen de ces fonctions le discriminant de la forme.

Tout ceci, d'ailleurs, est une conséquence immédiate de la théorie des formes algébriques : nous pourrions, en effet, choisir un certain nombre des invariants $\mathfrak{J}$ comme invariants fondamentaux, au moyen desquels nous exprimons tous les autres.

Remarquons encore que tous les invariants $I_{q_1q_2\ldots q_n}$ ne sont pas indépendants.

Ainsi, dans le cas des deux formes cubiques

$$U_1 \equiv (a_1, a_2, a_3, a_4 \between x, y)^3,$$
$$U_2 \equiv (b_1, b_2, b_3, b_4 \between x, y)^3,$$

nous avons les relations

$$I_{123}+I_{231}+I_{312}=I_{132}+I_{213}+I_{321}\,.=3I_1,$$
$$I_{123}\,.\,I_{231}\,.\,I_{312}=I_{132}\,.\,I_{213}\,.\,I_{321}\,.=R.$$

Ceci est encore une conséquence de la théorie des formes.

Le procédé que nous avons employé, au commencement de cette Note, pour transformer l'expression de l'involution, conduit à une identité entre les distances sur une droite des points de deux divisions homographiques, analogue à l'identité :

$$p_1(x-\lambda_1)(x-\lambda_2)+p_2(x-\mu_1)(x-\mu_2)+p_3(x-\nu_1)(x-\nu_2)\equiv 0 \text{ (*)}.$$

(*) P. Serret, *Géométrie de direction*, p. 58.

Soient a, b, c, d, les distances à partir d'une origine fixe de quatre points; a', b', c', d', celles de quatre autres points.

Si ces deux groupes de points sont homographiques, on a la relation (*)

$$\begin{vmatrix} 1 & a & a' & aa' \\ 1 & b & b' & bb' \\ 1 & c & c' & cc' \\ 1 & d & d' & dd' \end{vmatrix} = 0. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Ce déterminant ne change pas de valeur si l'on y remplace les quantités a, b, c, d par $x - a$, $x - b$, $x - c$, $x - d$; a', b', c', d' par $y - a'$, $y - b'$, $y - c'$, $y - d'$.

Il en est de même de chacun des mineurs correspondant à aa', bb', cc', dd'.

Par suite la condition d'homographie peut s'écrire

$$\begin{vmatrix} 1 & a & a' & (x-a)(y-a') \\ 1 & b & b' & (x-b)(y-b') \\ 1 & c & c' & (x-c)(y-c') \\ 1 & d & d' & (x-d)(y-d') \end{vmatrix} = 0.$$

En développant le premier membre, suivant les éléments de la dernière colonne, on a

$$\begin{aligned} p_1(x-a)(y-a') + p_2(x-b)(y-b') + p_3(x-c)(y-c') \\ + p_4(x-d)(y-d') \equiv 0. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7) \end{aligned}$$

Cette expression est peut-être nouvelle.

Les résultats auxquels est arrivé M. P. Serret montrent

(*) A. Cayley, *A fifth Memoir upon Quantics*, Philos. Trans., t. CXLVIII, p. 437.

toute la fécondité de la belle méthode des identités : il ne nous a donc pas paru sans intérêt d'exprimer, par une identité, l'homographie de deux groupes de points.

L'égalité (7) peut être aisément généralisée.

Nous dirons que 2^n groupes de n points sont homographiques quand il existe entre eux la relation

$$\sum_{i=1}^{i=2^n} p_i(x_1 - \lambda_1)(x_2 - \lambda_2)\ldots(x_n - \lambda_n) \equiv 0. \quad . \quad . \quad (8)$$

De cette identité, on déduit la condition d'homographie sous forme de déterminant.

Nous nous bornerons à quelques applications au troisième ordre : on s'apercevra sans peine que ces considérations sont générales.

Huit groupes de trois points sont homographiques si l'on a la relation

$$\begin{vmatrix} 1 & a_1 & a_1' & a_1'' & a_1a_1' & a_1'a_1'' & a_1''a_1 & a_1a_1'a_1'' \\ 1 & a_2 & a_2' & a_2'' & a_2a_2' & a_2'a_2'' & a_2''a_2 & a_2a_2'a_2'' \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & a_8 & a_8' & a_8'' & a_8a_8' & a_8'a_8'' & a_8''a_8 & a_8a_8'a_8'' \end{vmatrix} = 0. \quad (9)$$

Cette équation peut s'écrire

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_1' & a_1a_1' & a_1a_1'' & 1 & \Sigma a_1 & \Sigma a_1a_1' & a_1a_1'a_1'' \\ a_2 & a_2' & a_2a_2' & a_2a_2'' & 1 & \Sigma a_2 & \Sigma a_2a_2' & a_2a_2'a_2'' \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_8 & a_8' & a_8a_8' & a_8a_8'' & 1 & \Sigma a_8 & \Sigma a_8a_8' & a_8a_8'a_8'' \end{vmatrix} = 0.$$

De là, cette conséquence :

THÉORÈME. *Si huit groupes de trois points sont tels qu'en associant d'une manière quelconque quatre de ces groupes,* *ils forment une involution, ces huit groupes de trois points forment trois groupes homographiques.*

Si douze points sont en involution, on a

$$\begin{vmatrix} 1 & \Sigma a_1 & \Sigma a_1 a'_1 & a_1 a'_1 a''_1 \\ 1 & \Sigma a_2 & \Sigma a_2 a'_2 & a_2 a'_2 a''_2 \\ 1 & \Sigma a_3 & \Sigma a_3 a'_3 & a_3 a'_3 a''_3 \\ 1 & \Sigma a_4 & \Sigma a_4 a'_4 & a_4 a'_4 a''_4 \end{vmatrix} = 0.$$

On a donc aussi :

$$\begin{vmatrix} 1 & a_1 & a'_1 & a''_1 & a_1 a'_1 & a'_1 a''_1 & a''_1 a_1 & a_1 a'_1 a''_1 \\ 1 & a_2 & a'_2 & a''_2 & a_2 a'_2 & a'_2 a''_2 & a''_2 a_2 & a_2 a'_2 a''_2 \\ 1 & a_3 & a'_3 & a''_3 & a_3 a'_3 & a'_3 a''_3 & a''_3 a_3 & a_3 a'_3 a''_3 \\ 1 & a_4 & a'_4 & a''_4 & a_4 a'_4 & a'_4 a''_4 & a''_4 a_4 & a_4 a'_4 a''_4 \\ 1 & a'_1 & a''_1 & a_1 & a'_1 a''_1 & a''_1 a_1 & a_1 a'_1 & a'_1 a''_1 a_1 \\ 1 & a''_2 & a_2 & a'_2 & a''_2 a_2 & a_2 a'_2 & a'_2 a''_2 & a''_2 a_2 a'_2 \\ 1 & a'_3 & a''_3 & a_3 & a'_3 a''_3 & a''_3 a_3 & a_3 a'_3 & a'_3 a_3 a''_3 \\ 1 & a''_4 & a_4 & a'_4 & a''_4 a_4 & a_4 a'_4 & a'_4 a''_4 & a''_4 a_4 a'_4 \end{vmatrix} = 0.$$

Ce point est aisé à démontrer.

Par suite

Les groupes $a_1 a_2 a_3 a_4$ a'_1 a''_2 a'_3 a''_4, *etc., sont homographiques.*

Ces théorèmes sont identiques à ceux que l'on connaît pour le second ordre.

Si l'on veut transformer la condition d'homographie, on y arrivera sans peine en multipliant le premier membre de (9) par un déterminant semblable, contenant trois séries d'indéterminées que l'on choisira de façon à simplifier l'expression. On verra apparaître de nouveau les invariants $\mathfrak{J}$.

Dans le cas du troisième ordre, on prendra comme multiplicateur

$$M = \begin{vmatrix} x_1x_2x_3 - x_1x_2 - x_2x_3 - x_3x_1 & x_1 & x_2 & x_3 & -1 \\ y_1y_2y_3 - y_1y_2 - y_2y_3 - y_3y_1 & y_1 & y_2 & y_3 & -1 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ u_1u_2u_3 - u_1u_2 - u_2u_3 - u_3u_1 & u_1 & u_2 & u_3 & -1 \end{vmatrix}.$$

Nous n'effectuerons pas cette multiplication : on verra sans difficulté les équations auxquelles on arrive par ce procédé.

La théorie de l'homographie des ordres supérieurs conduit encore à d'autres questions intéressantes : il en est de même de celle des invariants $\mathfrak{J}$. Nous ne pouvons les aborder en ce moment et nous bornerons à ces points, aujourd'hui, nos recherches sur ce sujet.

Études sur l'ossification. I. *Évolution du cartilage embryonnaire chez les mammifères.* (Travail du laboratoire d'histologie de l'Université de Gand); par le Dr H. Leboucq, chef des travaux anatomiques.

Les phénomènes intimes accompagnant la formation du tissu osseux, sont depuis longtemps déjà l'objet des recherches les plus actives de la part des histologistes. On n'a qu'à parcourir la bibliographie des dernières années, pour s'assurer que cette question a été étudiée sous toutes ses faces, et a donné lieu à des travaux du plus haut intérêt. Mais en même temps, on voit que les opinions des différents observateurs sont loin d'être concordantes, et que sur certains points même, elles sont complétement opposées. C'est assez dire que ces recherches ne sont pas sans être entourées de quelques difficultés.

Un de ces points litigieux est celui de savoir ce que devient le tissu cartilagineux du squelette embryonnaire, dans la série des modifications dont il est le siége, pour aboutir à la formation du tissu osseux. Se détruit-il en totalité, pour céder la place à un tissu de nouvelle formation, ou bien le tissu osseux est-il un produit de transformation du cartilage? Telle est la question que j'ai tâché d'élucider dans ce travail.

Je me suis, aussi peu que possible, éloigné de cet objectif unique : poursuivre pas à pas l'évolution du cartilage embryonnaire, en prenant pour type les os longs des membres chez les mammifères. Je me réserve de traiter ultérieurement d'autres questions afférentes au sujet. Dans le court aperçu historique qui va suivre, je n'ai également envisagé les divers travaux qu'au seul point de vue de l'opinion des auteurs, sur le rôle que joue le tissu cartilagineux dans l'ossification.

Voici quel est l'état actuel de la question. Deux opinions opposées ont été soutenues, et le sont encore actuellement : pour les uns, le cartilage joue un rôle actif dans l'ossification; il est absolument passif pour les autres.

Les partisans de la première opinion sont de beaucoup les plus nombreux. En thèse générale, tous admettent que la cellule cartilagineuse peut devenir cellule osseuse; cette transformation se fait directement suivant les uns, c'est-à-dire que l'élément du tissu cartilagineux acquiert insensiblement les propriétés de celui du tissu osseux, en même temps que la substance intercellulaire devient substance fondamentale de l'os. Les autres admettent une transformation indirecte, passant par des états intermédiaires. Le tissu osseux se construit à neuf, mais en utilisant, pour une part au moins, les matériaux fournis par le cartilage embryonnaire.

Les premiers auteurs qui se sont occupés de la question, considéraient l'os comme dérivé directement du cartilage, par transformation d'élément à élément. Cette opinion est soutenue tant dans les travaux spéciaux de Miescher (n° 1), Bidder (n° 7), H. Meyer (n° 10), Tomes et Morgan (n° 12), que dans les traités généraux de Schwann (n° 2), Gerber (n° 3), Bruns (n° 4), Henle (n° 6). Dans ses premiers travaux, Kölliker (n^{os} 8, 9 et 11) s'y rattache également. Prenant pour point de départ l'ossification dans les os rachitiques, il avait généralisé pour tous les os ce mode anormal de développement (n° 11, p. 360). Une opinion analogue est soutenue par Virchow, dans la plupart de ses écrits datant de cette époque.

A la suite de travaux dont nous parlerons plus loin, l'hypothèse perdit insensiblement des adhérents. Aeby (n° 16) s'y rattache encore, mais ses conclusions, basées sur l'examen d'une partie limitée du squelette (symphyse pubienne) ne peuvent avoir de portée générale. Dans son dernier traité d'anatomie (n° 33), l'auteur semble d'ailleurs être revenu sur sa première opinion. Lieberkühn (n^{os} 20 et 21) soutint une polémique en faveur de l'opinion ancienne, laquelle trouva encore des partisans dans plusieurs histologistes français, parmi lesquels nous citerons Rouget (n° 19), Robin (n° 26), G. Pouchet (n° 25), Morel (n° 24), etc.

Le mécanisme intime de la transformation directe de la cellule cartilagineuse en élément osseux fut d'ailleurs très-différemment interprété par ces différents auteurs.

Les travaux de Schleiden sur la cellule végétale donnaient quelque fondement à l'hypothèse suivant laquelle la cellule osseuse se formerait par des couches d'épaississement de la paroi de la capsule cartilagineuse. Dans cette capsule épaissie persisteraient des *Porencanälchen* (les canalicules osseux). Si attrayante que fût cette hypothèse, Schwann, en la discutant, ne s'y rallia pas, et au lieu de ce processus, sans exemple dans le règne animal, il admet plutôt que c'est la cellule elle-même qui émet des prolongements, et ainsi d'arrondie qu'elle était devient étoilée, comme cela se passe pour certaines cellules pigmentaires. Henle se rallie à l'opinion de Schwann. Plusieurs histologistes de l'école de Robin attribuent le principal rôle à la capsule cartilagineuse (chondroplaste). C'est d'après G. Pouchet (n° 25, pp. 129-130) le chondroplaste qui se transforme en ostéoplaste (corpuscule osseux), tandis que la cellule cartilagineuse elle-même (le contenu du chondroplaste) s'atrophie (1). Pour d'autres, enfin, la cellule osseuse était un produit de transformation du noyau de la cellule cartilagineuse. Gerber (n° 3, p. 101), Bruns (n° 4, p. 252), G. H. Mayer (n° 5), Morel (n° 24, p. 78), etc., ont émis cette opinion.

En somme, l'hypothèse qui a prévalu est celle de la transformation de la cellule cartilagineuse entière en cellule osseuse. L'opinion de Schwann a été soutenue, au moins dans ce qu'elle a d'essentiel, par Virchow (n° 13, p. 445), Rouget (n° 19, p. 769), Lieberkühn, etc. Ce mode de formation continue à être admis, sinon comme règle générale, au moins comme mode exceptionnel d'ossification, dans des cas pathologiques (rachitisme), et même dans le développement normal de certaines parties du squelette (*ossification métaplastique* de Strelzoff).

---

(1) Dans la nouvelle édition du *Précis d'histologie humaine*, par G Pouchet et Tourneux. les éléments du tissu osseux sont considérés comme dérivant du tissu conjonctif (cellules fibro-plastiques); les cellules cartilagineuses restent étrangères à ce processus (page 444).

La réaction contre l'hypothèse de la transformation directe du cartilage en os se produisit à la suite des travaux de Bruch (n° 14), A. Baur (n° 15) et H. Müller (n° 18). Déja, en 1849, Kölliker avait établi une distinction essentielle entre l'ossification des os dits primordiaux, et celle des os secondaires ou de revêtement (n° 9); chez les premiers, le cartilage préformé se transforme en tissu osseux de la façon dont l'entendaient Schwann, Henle, etc., tandis que pour les os secondaires, se développant au sein du tissu conjonctif, l'os se forme aux dépens d'un tissu embryonnaire de formation nouvelle (*ossificirendes Blastem*). L'idée dominante des travaux de Baur et surtout de H. Müller, c'est que l'ossification au sein du tissu cartilagineux ne se distingue pas essentiellement de celle qui se passe dans le tissu conjonctif. Dans les deux cas, l'os se forme aux dépens d'un tissu embryonnaire de formation nouvelle; seulement, quand il existe un cartilage préformé, les éléments de celui-ci concourent, pour une part au moins, à la formation de ce tissu embryonnaire, et indirectement donc, à celle du tissu osseux qui en dérive. Ces idées ne tardèrent pas à rencontrer de nombreux adhérents; nous nous contenterons de citer Billroth, Kölliker lui-même, dans ses travaux subséquents, Landois (n° 23), Gegenbaur (n° 22), Ranvier (n° 27), Waldeyer (n° 29), Ollier (n° 30), et parmi les travaux plus récents : Frey (n° 31), Rollett (n° 35), V. Brunn (n° 40), Ranvier (n° 47), Hofmokl (n° 41), Klebs (n° 42), Ogston (n° 46), etc.

Nous n'entrerons pas dans des détails sur les divergences d'opinions quant aux questions secondaires que nous trouvons dans ces travaux; qu'il nous suffise de constater que tous admettent la prolifération des éléments du cartilage vers la limite d'ossification; qu'à cette métamorphose progressive des éléments correspond la régression de la substance fondamentale qui se résorbe sur la limite d'ossification, en même temps que les cellules cartilagineuses sont mises en liberté. Ces cellules acquièrent ainsi la valeur d'éléments embryonnaires qui concourent à la formation des éléments de l'os nouveau. Ce dernier point toutefois n'est pas affirmé d'une manière positive par tous les auteurs que nous avons cités : ainsi Gegenbaur et Rollett, sans nier sa possibilité, semblent le tirer en doute. H. Müller lui-même avouait d'ailleurs n'avoir jamais pu observer directement la transformation de la cellule cartilagineuse en cellule embryonnaire et osseuse, ce qui n'empêche qu'il considérait comme hors de doute la dérivation des cellules osseuses de celles du cartilage (n° 18, p. 147).

En opposition avec tous les travaux que nous avons cités jusqu'ici, quelques auteurs récents rejettent l'hypothèse d'une coopération quelconque du cartilage à la formation de l'os. Cette opinion a été soutenue par un élève de Rollett, Kutschin (n° 34), puis par Levschin (n° 36). Ce furent surtout Stieda (n° 37) et Strelzoff (n° 39), qui affirmèrent d'une façon positive la passivité du cartilage dans le processus de l'ossification. Les éléments du cartilage commencent par proliférer, puis s'hypertrophient, enfin ils se ratatinent et subissent une destruction moléculaire de même que la substance fondamentale. La partie seule active est le tissu embryonnaire sous-périostal qui prolifère, produit l'érosion des capsules cartilagineuses, fournit les ostéoblastes et remplace ainsi le tissu cartilagineux qui disparaît devant lui. Steudener (n° 48), Thierfelder (n° 49) et J. Wolff (n° 50) soutiennent également cette hypothèse.

Les divergences d'opinions des auteurs que nous avons signalées dans ce rapide aperçu s'expliquent par la facilité avec laquelle s'altèrent les cellules cartilagineuses de la limite d'ossification. Pour peu qu'on se place dans des conditions quelque peu anormales, on voit ces cellules en partie revenues sur elles-mêmes, ratatinées (en voie de dégénérescence d'après Stieda et Strelzoff). Inutile de dire que dans ces conditions, il est impossible de les observer encore au delà de la limite d'ossification. Dans ce même ordre d'idées, il semble logique de considérer comme détruites des cellules qu'on voyait ratatinées dans la couche précédente. Un point important qui ressort de ceci, c'est la nécessité d'examiner des pièces aussi fraîches que possible, et de les traiter par les réactifs qui les altèrent le moins. Avec un peu d'habitude, on parvient assez facilement à faire des coupes suffisamment minces dans les os frais, non décalcifiés. Une coupe longitudinale ainsi faite dans le cartilage épiphysaire d'un os long, et traitée par un des réactifs signalés par Ranvier (n° 47, p. 279) comme n'altérant pas la cellule cartilagineuse (par exemple l'alun à $^1/_2$ p. 100) permet de voir tout d'abord, d'une façon nette et indiscutable que sur la limite d'ossification il n'y a aucune cellule de ratatinée. Toutes sont parfaitement arrondies et remplissent exactement la capsule cartilagineuse. On peut les conserver dans cet état colorées à la purpurine et montées dans la glycérine. Sur ces préparations, les cellules du cartilage peuvent se poursuivre jusqu'à la limite de la zone où les capsules commencent à s'ouvrir, mais au delà de cette limite, le dépôt de sels calcaires empêche de voir nettement les détails. Pour rendre cette partie plus claire, il s'agissait donc, ou bien de faire disparaître les sels calcaires par un moyen n'influençant pas les éléments; ou bien de donner à ceux-ci une coloration spéciale qui les fît distinguer nettement au milieu des tissus ambiants.

C'est un travail de Neumann (n° 52) qui m'a indiqué le moyen de résoudre la seconde question : donner une coloration spéciale aux cellules cartilagineuses. Il dit en en effet que par l'action de l'iode, les cellules cartilagineuses voisines de la limite d'ossification prennent une coloration brune, tandis que les éléments de la couche granuleuse se colorent en jaune. En essayant cette réaction sur un grand nombre d'os en voie de formation et à divers degrés de développement, j'ai pu m'assurer que la réaction est réelle, mais ne se passe pas d'une manière aussi simple que le signale Neumann; on trouvera plus loin les détails.

Un mot sur la technique. Le mode opératoire est des plus simples. Une section de cartilage frais est placée dans le sérum iodé en solution forte, ou dans la solution iodée d'après la formule de Ranvier (eau distillée 100 grammes; iodur. potass. 2 gr., iode tant que le liquide peut en dissoudre). Ces deux liquides n'altèrent nullement les cellules cartilagineuses. Une immersion de quelques minutes suffit; on examine dans le liquide même. Sur des coupes ainsi traitées, on voit déjà à l'œil nu, des zones ayant pris la coloration brun-acajou caractéristique. Mais ce n'est pas seulement sur des pièces fraîches que se produit la réaction; des pièces conservées dans l'alcool la donnent d'une façon très-nette. Ces coupes peuvent se conserver dans la glycérine, et la coloration brune y est plus persistante que sur des pièces fraîches, au moins quand on les tient à l'abri de la lumière. Quand sur une préparation ainsi faite, on laisse pénétrer lentement sous la lamelle, de la glycérine acidulée par l'acide formique ou acétique, les granulations calcaires se dissolvent, et la préparation s'éclaircit notablement, en même temps que la coloration brune persiste, ou peut reparaître facilement par l'addition d'une goutte de la solution iodée. On obtient ainsi des préparations où sont remplis les deux desiderata signalés plus haut : les dépôts calcaires ne gênent plus l'observation, et les cellules cartilagineuses se reconnaissent à leur réaction spéciale. Dans les préparations obtenues par les procédés classiques de décalcification, les cellules cartilagineuses sont toujours plus ou moins altérées; cependant en raison des belles préparations permanentes qu'on obtient ainsi, surtout quand elles ont été soumises à une double coloration (hématoxyline et picrocarmin, par exemple) elles fournissent d'excellents objets d'étude, pour contrôler certains détails moins nettement visibles sur les préparations fraîches, ou simplement traitées par l'alcool.

Je ne décris dans le présent travail que des observations faites sur des mammifères. J'ai utilisé à cet effet, outre quelques embryons humains, des os embryonnaires de ruminants qui m'ont donné les préparations les plus nettes, ensuite de carnassiers et de rongeurs. C'est aux os longs des membres que je me suis adressé de préférence.

Pour étudier les métamorphoses successives par lesquelles passe le cartilage embryonnaire nous l'examinerons d'abord à son premier stade d'évolution; et, pour fixer les idées, nous décrirons la structure de la première ébauche d'un os long chez un très-jeune embryon de souris (lg. 1 centimètre).

Un membre supérieur étant dilacéré sur le porte-objet dans une goutte de sérum iodé, le tissu cartilagineux constituant la charpente des phalanges des doigts, ne se distingue pas encore du tissu embryonnaire ambiant, les métacarpiens et les rudiments du squelette de l'avant-bras et du bras commencent seuls à devenir apparents. L'humérus est formé dans toute sa longueur par des cellules arrondies granuleuses, nucléées, ayant sensiblement le même volume dans toute son étendue. La substance intercellulaire est peu abondante, et n'a pas encore les caractères qu'elle doit affecter plus tard. Déjà à cette période de développement, le cartilage n'a plus exactement une forme cylindrique, mais présente un très-léger étranglement vers sa partie centrale. A ce niveau aussi, la couche périphérique se différencie des cellules centrales. Tandis que celles-ci sont arrondies, celles qui délimitent le cartilage du côté du tissu voisin sont plus allongées, et les plus externes paraissent fusiformes. C'est le premier stade de différenciation d'une couche périchondrale, qui, comme nous le verrons plus loin, est le principal facteur qui donne sa forme à l'os. Toutes les parties du cartilage se colorent uniformément en jaune par l'iode.

Si nous examinons une partie un peu plus développée, nous voyons déjà des modifications importantes. Soit, par exemple, une phalange d'un embryon de vache long de 12 centimètres. Faisons une section longitudinale (parallèle à l'axe). Ce qui se remarque tout d'abord à l'œil nu, c'est un point d'une teinte mate, occupant le milieu de la partie du cartilage qui doit former la diaphyse de l'os. Le reste a l'aspect ordinaire du cartilage hyalin. Ce point se colore en brun par l'iode. Si nous examinons une coupe à moyen grossissement (fig. 4), voici ce que nous y voyons:

Toute la tache centrale de la diaphyse est occupée par de grandes cellules à noyau distinct, arrondies et finement granuleuses. Leur diamètre varie entre 20 et 25 μ., celles du centre du groupe étant les plus volumineuses. Ces éléments sont manifestement en voie de prolifération : ils sont accolés par groupes de 2 ou plusieurs cellules. (fig. 4, A, et fig. 5). En outre par l'action de l'iode, ils prennent la coloration brun-acajou caractéristique. Cette coloration se répand presque uniformément sur tout le protoplasma cellulaire; il y apparaît en outre de grosses granulations plus fortement teintées. Le noyau n'y prend point part; la teinte brune qu'il paraît prendre, surtout quand l'imprégnation à été forte, est due à la superposition de couches colorées. La substance fondamentale se présente infiltrée de grosses granulations d'une réfringence spéciale, entourant les groupes de cellules. Ces granulations, comme on sait, sont formées de sels calcaires. A mesure qu'on s'éloigne du point central diaphysaire, l'aspect change (fig. 4, B). Les éléments deviennent plus petits, d'abord aplatis dans le sens de l'axe, puis arrondis, toujours en prolifération, mais n'ayant plus que 7 à 8 μ de diamètre. Par l'iode ils se colorent en jaune. La substance fondamentale paraît homogène à ce niveau.

L'apparition du point de calcification diaphysaire constitue le premier stade de l'évolution de l'os. Ce point est un centre d'où part l'impulsion formative; le premier indice de celle-ci est une modification dans la disposition des éléments cartilagineux du voisinage. Nous avons déjà parlé de la forme aplatie qu'affectent les cellules les plus rapprochées du centre de calcification. Cette disposition se prononce de plus en plus à mesure que l'os se développe, de sorte que bientôt ces éléments sont rangés en piles ou colonnettes, dans la direction de l'axe de l'os. Ceci est d'autant plus nettement accusé, qu'on l'observe sur un os plus long, ou plus rapproché de la racine du membre; ainsi au membre supérieur c'est l'humérus qui présente la couche de cellules empilées la plus développée. La cause de cette disposition spéciale dépend évidemment d'une prolifération prédominante dans un sens. C'est dans le sens de l'axe qu'elle se fait surtout, et produit ainsi l'accroissement en longueur de l'organe, en même temps qu'il contribue à lui donner de plus en plus sa forme caractéristique: renflé aux deux extrémités et plus grêle à la partie moyenne. Cette prédominance de prolifération axiale s'explique en grande partie par un phénomène coïncidant avec la calcification du point central diaphysaire : la formation de la première gaîne osseuse périchondrale (fig. 1, 2, 4). Nous réservons pour un autre travail l'étude de l'ossification aux dépens du périchondre; disons seulement qu'en dehors de la couche limitante périchondrale dont nous avons déjà parlé, on voit bientôt apparaître une gaîne osseuse, et que c'est le premier tissu osseux formé dans l'os. L'apparition hâtive de cette gaîne est une espèce d'obstacle mécanique à l'extension en largeur du milieu de la diaphyse; l'effet utile résultant de l'impulsion formative partie du centre ne se produit donc que dans un seul sens dans cette partie, tandis que les extrémités, les épiphyses, n'éprouvent aucun obstacle à leur expansion suivant tous leurs diamètres.

C'est donc à tort, croyons-nous, que Strelzoff (n° 39, p. 7) explique la forme étranglée de l'os embryonnaire par l'inertie des cellules centrales de la diaphyse qui cessent de proliférer, alors que ce processus est encore actif aux extrémités. Une preuve que l'obstacle matériel opposé par la gaîne périchondrale est le principal facteur de la forme en biscuit de l'os embryonnaire, c'est que cette forme est moins prononcée quand l'apparition de la première gaîne se fait plus tardivement (phalanges chez les ruminants, par exemple).

Conformément à une loi énoncée par Ranvier (n° 28, p. 577), « toutes les fois que dans un cartilage ayant subi l'infiltration calcaire de sa substance fondamentale, les cellules poursuivent leur mouvement de multiplication, elles redeviennent embryonnaires et perdent la propriété de former autour d'elles de la substance cartilagineuse. » C'est ce que nous observons pour les éléments de la partie centrale de la diaphyse : la prolifération et l'accroissement en volume des éléments produisent la destruction lente de la substance fondamentale calcifiée; d'autre part, à mesure que l'évolution progresse, la gaîne périchondrale se laisse entamer sur certains points, et livre passage aux éléments embryonnaires de la couche sous-périchondrale, et aux rameaux vasculaires abondants qui s'y trouvent. Ces deux causes combinées produisent l'ouverture des capsules cartilagineuses, et la mise en liberté des éléments qu'elles renferment.

C'est ici que se trouve le nœud de la question; que deviennent les cellules du cartilage après l'ouverture des capsules? Les causes qui rendent difficile la solution de cette question sont multiples, mais la principale c'est la fusion qui s'opère en ce point entre les éléments du cartilage et ceux de la couche sous-périchondrale. Elle serait résolue si l'on possédait un moyen de discerner ces deux espèces de cellules.

Sur les préparations traitées par les procédés ordinaires de décalcification et imprégnées ensuite par différentes matières colorantes, la chose n'est pas possible; une fois les capsules cartilagineuses ouvertes, tous les éléments embryonnaires contenus dans les canaux médullaires primordiaux se comportent de la même manière vis-à-vis des matières colorantes (fig. 6).

J'ai essayé d'arriver à une solution par l'emploi de l'iode. Si l'on fait une section longitudinale sur une phalange d'un embryon de ruminant, vers le commencement de la période d'invasion du tissu sous-périchondral, alors que la limite vers l'épiphyse est une ligne irrégulière, on voit la couche de grandes cellules cartilagineuses dans le voisinage de cette limite, colorée en brun-acajou sous l'action du sérum iodé. Dans la partie calcifiée, où les capsules sont déjà ouvertes, on peut encore voir en divers endroits des cellules cartilagineuses se trahissant par leur teinte brune, indice certain qu'elles ne sont pas détruites, mais la présence des granulations calcaires empêche de rien distinguer nettement, quant aux connexions de ces cellules avec les parties voisines (fig. 7).

Mais si au lieu de faire la coupe dans un os frais, nous en employons un qui a séjourné dans l'alcool, et que nous faisons disparaître les sels calcaires par la glycérine acidulée, cette préparation, où l'imprégnation par l'iode réussit parfaitement, nous montre tous les détails d'une façon beaucoup plus claire (fig. 8). Et d'abord les cellules cartilagineuses peuvent se poursuivre jusque dans les canaux médullaires primordiaux. Au milieu des cellules embryonnaires et des vaisseaux, on voit des éléments qui dérivent manifestement par gradation insensible des cellules cartilagineuses de la limite d'ossification. Ils occupent encore les anfractuosités, restes des cavités des capsules cartilagineuses ouvertes, et s'étalent en s'aplatissant contre les parois de celles-ci. La teinte brune n'est plus bien marquée dans ces éléments, elle existe encore toutefois, et ce léger contraste suffit pour les distinguer des autres éléments colorés en jaune. Le protoplasme est devenu granuleux, le noyau y est encore visible.

Quant à la substance fondamentale, il est facile de constater sa disparition progressive, s'accomplissant d'abord indifféremment dans tous les sens, lors de la première ouverture des capsules centrales de la diaphyse, plus tard de préférence dans la direction de l'axe longitudinal laissant intactes des lamelles parallèles à l'axe, devant servir, comme on sait, de charpente à l'os endochondral (*travées directrices* de Ranvier).

Pendant que ces phénomènes se passent dans la diaphyse, les petites cellules du centre de l'épiphyse deviennent le siége d'une modification indiquant le début d'un processus analogue à celui qui s'est passé dans la diaphyse. Cette modification se manifeste par une teinte brune que l'iode leur communique. Il est à remarquer que cette modification du protoplasma cellulaire se produit avant le dépôt de la moindre trace de sels calcaires dans la substance fondamentale. L'apparition de ce point épiphysaire est plus ou moins précoce d'après les différents os; dans l'humérus, par exemple, il apparaît déjà quand les premières capsules cartilagineuses de la diaphyse commencent à se détruire. (fig. 1).

Le processus reste toutefois beaucoup plus actif dans la diaphyse, pendant la première période d'évolution; son résultat est d'établir une limite nette entre cette partie et les extrémités de l'os. La limite d'ossification diaphysaire, d'abord irrégulière, tend de plus en plus à se rapprocher d'une surface plane, ce qui fait qu'au bout d'un certain temps elle apparaît comme une ligne droite sur une section longitudinale (fig. 2). C'est la structure du cartilage à cette période de développement qui doit nous occuper maintenant.

Prenons encore une coupe d'humérus d'un embryon de ruminant plus avancé en développement, et traitons-la par le sérum iodé. Ce que nous remarquons tout d'abord à un faible grossissement (fig. 2), c'est que la limite d'ossification, au lieu de se colorer en brun par le réactif, semble avoir une teinte plus pâle que le reste. A un grossissement plus considérable (fig. 9, A) nous voyons cette zone occupée par des cellules cartilagineuses, très-volumineuses (40 à 45 μ) nucléées, granuleuses, mais faiblement colorées en jaune. Ces cellules ne présentent aucun signe de dégénérescence, elles remplissement exactement les capsules, et la façon dont elles sont accolées en plusieurs endroits semble être l'indice d'une multiplication récente. On peut ainsi poursuivre ces cellules jusque sur la limite, au niveau de l'ouverture des capsules et de la formation des canaux médullaires primitifs. Ces canaux sont remplis de vaisseaux et d'éléments embryonnaires, appliqués contre les trabécules. Il est probable qu'ici encore elles sont en partie au moins le résultat de la transformation de cellules cartilagineuses. Je n'affirme pas, parce que par les divers procédés soit avant, soit après décalcification, je n'ai pu voir dans les canaux médullaires, des éléments du volume et de la forme des cellules cartilagineuses décrites. On ne peut pourtant pas conclure de là à leur destruction, et d'ailleurs, pour me servir d'un argument invoqué par Klebs (n° 42, p. 438), on ne trouve jamais dans les canaux médullaires de restes provenant de la destruction de ces grandes cellules cartilagineuses, et il paraît assez invraisemblable que des éléments de cette taille disparaissent sans laisser de trace.

La couche des cellules empilées ou en colonnettes est ici très-volumineuse (fig. 2, *b*, et fig. 9, B). Déjà à l'œil nu et sur une coupe dans le tissu frais on remarque son éclat soyeux caractéristique. A la lumière polarisée cette couche se montre biréfringente. Ce sont les éléments de cette couche les plus rapprochés de la limite d'ossification qui, en augmentant rapidement de volume, deviennent les grandes cellules que nous avons décrites. Les cellules en colonnettes sont fortement aplaties, colorées en jaune par l'iode, et granuleuses. Le noyau n'est pas visible sur une coupe longitudinale, il existe cependant, et s'observe sur une coupe transversale, alors que ces éléments se voient de face. Par une transition insensible, on passe ainsi aux cellules colorées en brun par l'iode, qui forment le noyau épiphysaire (fig 2, *c* et fig. 9, C).

Cette partie du cartilage comprise entre la limite d'ossification et le noyau épiphysaire est donc encore le siége d'une prolifération active. L'épaisseur de la couche en colonnettes prouve même que cette prolifération est plus active que partout ailleurs. C'est toujours sous l'influence de l'impulsion centrifuge partie de la diaphyse que s'accomplit ce processus. L'énorme afflux de matériaux nutritifs, quand l'ossification est arrivée à cette période, donne la raison de l'intensité de l'activité formative. Nous avons expliqué la disposition en colonnes des cellules autour du premier noyau diaphysaire, par l'espèce d'obstacle mécanique que produit l'apparition de la gaîne osseuse périchondrale à l'extension en largeur du cartilage. Cette explication est encore valable ici. Cette partie est en effet limitée tout autour par une dépendance de l'os périchondral, que Ranvier a décrite sous le nom d'*encoche d'ossification* (n° 38). Cette encoche forme autour de la partie supérieure de la diaphyse encore cartilagineuse, une gaîne qui empêche l'extension du cartilage en largeur, et amène ainsi comme résultat de la prolifération, l'allongement axial (fig. 2, *e*).

Nous devons dire un mot maintenant de la substance intercellulaire du cartilage dans la zone que nous venons de décrire. Cette substance n'est plus hyaline, comme dans le cartilage normal, mais fibrillaire, dans le sens de l'axe de l'os. La structure fibrillaire se voit déjà dès le commencement de l'apparition des sels calcaires au centre de la diaphyse, et se prononce de plus en plus à mesure que l'ossification progresse (fig. 7 et 9), V. Brunn (n° 40) qui signale également ce fait, considère ces fibrilles comme de nature élastique (*elastische Stützfasern*). Une réaction caractéristique m'empêche de les considérer comme telles. On sait que les fibrilles élastiques se colorent fortement en jaune par l'acide picrique. Cette coloration fait ici défaut. Il me semble plus probable que la striation fibrillaire n'est rien autre chose que l'apparition d'un détail de structure de la substance fondamentale du cartilage, invisible dans les conditions normales. Il résulte, en effet, de divers travaux publiés dans ces derniers temps parmi lesquels nous citerons ceux de Tillmanns (n^{os} 43 et 53), et Baber (n° 44) d'après des recherches faites sur des cartilages normaux, et de Genzmer (n° 45), qui a observé des cartilages enflammés, que la structure homogène de la substance fondamentale n'est qu'apparente, qu'elle est en réalité fibrillaire, mais que cette disposition est masquée par la substance cémentaire des fibrilles ayant le même indice de réfraction, ce qui fait que le tout paraît homogène. En dissolvant cette substance cémentaire par certains réactifs, comme l'ont fait Tillmanns et Baber, ou quand des processus pathologiques la modifient, d'après les observations de Genzmer, la structure fibrillaire devient évidente. Le processus de l'ossification du cartilage pourrait, jusqu'à un certain point, être rapproché de l'inflammation, ce serait donc là aussi par une modification de la substance cémentaire que les fibrilles deviennent visibles. La composition chimique du cartilage vient encore à l'appui de cette hypothèse. Il résulterait de recherches récentes de Morechowetz (cit. par Tillmanns n° 53), que le cartilage hyalin est formé chimiquement par de la substance collagène et de la mucine et que ce qu'on a nommé chondrine n'existe pas. Le cartilage ne différerait donc du tissu conjonctif fibrillaire que par l'existence d'une plus grande quantité de substance analogue à la mucine, qui forme ici la substance cémentaire, les fibrilles étant de nature conjonctive. Or des métamorphoses chimiques se passent évidemment dans le cartilage en voie de s'ossifier. La réaction par l'iode que donne le protoplasma cellulaire, la calcification de la substance fondamentale en sont des indices évidents. Il est probable, après cela, que la modification survenue dans la substance cémentaire des fibrilles est un phénomène du même ordre.

Nous avons encore à dire quelques mots de l'ossification des os courts ou des épiphyses des os longs; le processus est en effet identique dans les deux. Nous avons déjà parlé de la modification chimique du protoplasma cellulaire des éléments occupant le centre de l'épiphyse. Ces cellules s'agrandissent de même que celles du point diaphysaire, la substance fondamentale s'imprègne de sels calcaires, et les capsules se détruisent mettant les éléments en liberté. En même temps il y a pénétration des éléments embryonnaires du voisinage qui se fait ici non pas directement, mais par l'intermédiaire de canaux médullaires renfermant des vaisseaux et des cellules embryonnaires, dont le cartilage est creusé dans tous les sens (fig. 2. *v.*). L'impulsion formative partie du centre de l'épiphyse se propage également dans tous les sens, et la prolifération cellulaire active produit un accroissement suivant tous les diamètres. Les colonnettes de cellules empilées sont ici très-peu prononcées, celles-ci ne se produisent, en effet, comme nous avons vu, que quand la prolifération se fait d'une façon prédominante dans un des diamètres. Il est à remarquer, d'ailleurs, que dans l'ossification de l'épiphyse, le processus n'est pas nettement localisé en un point comme dans la diaphyse. Les divers canaux traversant sa substance ont nécessairement produit des modifications en divers points. J'avais déjà signalé dans un autre travail (n° 51, pag. 70) à propos de la vascularisation du cartilage embryonnaire, la disposition radiée qu'affectent les cellules cartilagineuses par rapport à la lumière du canal, et la structure fibrillaire que la substance fondamentale acquiert dans le voisinage immédiat de celui-ci (*loc. cit.* fig. 17, pl. II). Ce sont là évidemment des phénomènes du même ordre que ceux que nous avons déjà décrits.

Quoi qu'il en soit, la partie centrale de l'épiphyse est une espèce de foyer où le travail d'ossification est le plus intense. Les cellules du voisinage immédiat de ce centre sont agrandies, et se colorent en brun par l'iode. Un point à noter à ce propos, c'est que l'ossification de l'épiphyse étant déjà très-avancée (fig. 3), la zone des cellules colorées en brun n'entoure plus complétement la partie ossifiée de l'épiphyse, mais se trouve limitée à la partie tournée vers le cartilage articulaire. La limite entre la diaphyse et l'épiphyse est marquée par un disque cartilagineux dont les éléments sont disposés en piles, et ne prennent plus qu'une faible coloration jaune par l'iode. Ce disque diminue de plus en plus étant envahi de part et d'autre par le travail de l'ossification; il en persiste cependant toujours un vestige, même sur les os complétement développés.

On aura pu remarquer que jusqu'ici, en signalant la réaction spéciale des cellules cartilagineuses se colorant en brun par l'iode, nous nous sommes abstenu de nous prononcer sur la nature de cette réaction au point de vue chimique. Dans une communication préalable au travail actuel, publiée par la Société de médecine de Gand (*Bulletin*, août 1877), nous avons interprété cette réaction comme due à la présence du glycogène dans le protoplasma cellulaire. C'est là, nous semble-t-il, l'opinion la plus plausible. On connaît l'existence du glycogène dans un grand nombre de tissus embryonnaires; dans le cas particulier qui nous occupe il a été signalé par Ranvier (n° 47, p. 294) et par Neumann (n° 52, p. 56), comme se rencontant spécialement dans les cellules cartilagineuses de la limite d'ossification. Ces deux auteurs se basent sur la réaction par l'iode pour établir leur diagnostic, et, en effet, la réaction est caractéristique. Toutefois une réaction analogue se produit dans la dégénérescence amyloïde, mais un réactif de cette substance, l'iodméthylaniline, que j'ai essayé sur des coupes, ne m'a donné qu'un résultat négatif; il ne reste donc que l'hypothèse du glycogène en procédant par voie d'exclusion.

Il existe pourtant encore une difficulté non levée jusqu'à présent. On sait que le glycogène s'extrait facilement des tissus qui en contiennent. Or Neumann n'est pas parvenu à en isoler dans les cartilages embryonnaires. Je n'ai pas été plus heureux, et mon confrère et ami le Dr Léon Fredericq, qui a bien voulu se charger de cette opération, n'a pas réussi à en extraire la moindre quantité.

Quoi qu'il en soit, et jusqu'à preuve du contraire, nous admettons que la modification chimique du protoplasma cellulaire consiste dans un dépôt de glycogène. Cette modification chimique des éléments paraît primitive : quand la réaction par l'iode se produit, aucune modification (apparente au moins) n'a lieu dans la substance fondamentale.

Nous avons insisté sur ce point que les cellules cartilagineuses, aussi bien celles du voisinage de la limite d'ossification que celles qui en sont plus éloignées, remplissent toujours parfaitement les capsules. Je n'ai rien observé en fait de substance intermédiaire entre le protoplasma cellulaire et la capsule (*Pericellularsubstanz*) de Neumann (n° 32), que Strelzoff (n° 39, pag. 11) décrit également, et qui se distingue par la coloration intense qu'elle prend par l'hématoxyline. Cette substance péri-cellulaire, d'après ces auteurs, serait le point de départ de la formation des capsules secondaires pour les cellules-filles, et par suite du tissu intercellulaire. Klebs (n° 42, pag. 437) n'admet pas de substance spéciale entourant la cellule, mais décrit un aspect particulier à la couche périphérique de la cellule même, qui est plus homogène que le reste de l'élément (*homogene Randschicht*). Les grandes cellules de la limite d'ossification nous ont paru avoir une composition uniforme dans toute leur étendue; seulement quand on les examine à l'état frais, elles ont un contour très-réfringent, ce qui est évidemment un phénomène de réfraction dû à la constitution du protoplasma cellulaire dans son ensemble, et non pas seulement de sa couche périphérique.

La principale conclusion à tirer des faits que nous venons d'exposer, c'est que les cellules cartilagineuses prennent une part très-active dans la formation des os longs chez les mammifères. Leur prolifération intense, et surtout le fait que dans une certaine période d'évolution on les retrouve dans les canaux médullaires primordiaux où elles remplissent un rôle analogue aux ostéoblastes, sont des preuves suffisantes, au moins pour ce qui concerne la première période, celle où la ligne d'ossification de la diaphyse vers l'épiphyse n'est pas encore nettement marquée. Dans un stade plus avancé, quand cette ligne est devenue nette, nous n'avons plus comme preuve certaine que la persistance, jusqu'à la limite, des cellules cartilagineuses non altérées; au delà nous n'avons que des probabilités.

Les modifications chimiques tant du protoplasma cellulaire que de la substance fondamentale, qui sans aucun doute sont en rapport avec le travail de l'ossification, méritent aussi de fixer l'attention. Nous voulons surtout parler de la formation du glycogène dans le protoplasma. Ce phénomène est d'autant plus remarquable qu'il ne semble pas être général. Ce n'est que dans la première des deux périodes que nous venons de distinguer, que la réaction par l'iode se produit nettement; une fois la limite d'ossification nettement marquée, elle ne se produit plus. Dans la première période de développement même, quand on voit des cellules cartilagineuses manifestes dans les canaux médullaires primitifs, la coloration brune n'est plus que très-faiblement marquée pour celles-ci, et dans aucun cas, quelque dérivé de cellule cartilagineuse : élément embryonnaire de la moelle, ostéoblaste, cellule multinucléée, ne présente plus de trace de cette réaction; tous ces éléments se colorent uniformément en jaune par l'iode. Nous nous bornerons d'ailleurs à constater le fait; quant à l'interpréter, nous préférons de nous abstenir que d'émettre une hypothèse plus ou moins vraisemblable.

En terminant, qu'il me soit permis de remercier M. le professeur van Bambeke, dont les conseils bienveillants m'ont guidé dans le cours de mes recherches.

BIBLIOGRAPHIE.

1. *Miescher.* De inflammatione ossium, eorumque anatome generali. Berolini, 1836.
2. *Schwann.* Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin, 1839; pp. 32 et 115.
3. *Gerber.* Handbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen. Leipzig, 1840.
4. *Bruns.* Lehrbuch der allgemeinen Anatomie. Braunschweig, 1841.
5. *G.-H. Mayer.* Ueber die Bedeutung der Knochenkörperchen. (Müller's Archiv, 1841; p. 210.)
6. *Henle.* Allgemeine Anatomie. Leipzig, 1841.
7. *Bidder.* Zur Histogenese de Knochen. (Müller's Archiv, 1843; p. 336.)
8. *Kölliker.* Ueber Verknöcherung bei Rachitis. Mittheil. d. naturforsch. Gesellsch. zu Zürich; 1849.)

9. *Kölliker.* Allgemeine Betrachtungen über die Entstehung des knöchernen Schädels bei Wirbelthieren. (Ber. d. Zootom. Anstalt zu Wurzburg, 1849.)

10. *H. Meyer.* Der Knorpel und seine Verknöcherung. (Müller's Archiv 1849; p. 109.)

11 *Kölliker.* Mikroskopische Anatomie, Bd. II, 1e Hälfte, p. 354. Leipzig, 1850.

12. *Tomes and Morgan.* Observations on the structure and development of Bone. (Philosophical Transact., 1853; p. 109.)

13. *Virchow.* Der normale Knochenwachsthum, und die rachitische Störung derselben. (Archiv f. path. Anatom. Bd. V, 1853; p. 409.)

14. *Bruch.* Ueber Bindegewebe. (Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. VI, p. 201.)

15. *A. Baur.* Zur Lehre von der Verknöcherung des primordialen Knorpels. (Müller's Archiv, 1857; p. 347.)

16. *Aeby.* Ueber die *Symphysis ossium pubis* des Menschen, etc. (Zeitschr. f. rat. medic., 1858; p. 1.)

17. *Billroth.* Beiträge zur pathologischen Histologie. — II. Bildung des Knochengewebes. Berlin, 1858.)

18. *H. Müller.* Ueber die Entwicklung der Knochensubstanz, nebst Bemerkungen über den Bau der rachitischen Knochen. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IX, 1858; p. 145.)

19. *Rouget.* Note sur les corpuscules des os, et sur le développement des os secondaires. (Journ. de Physiol. de Brown Sequard, vol. 1, 1858; p. 764.

20. *Lieberkühn.* Ueber die Ossification des hyalinen Knorpels. (Reichert und Dubois Reymonds's Arch., 1862; p. 702.)

21. *Lieberkühn.* Weitere Beiträge zur Lehre der Ossification (ibid. 1863; p. 614).

22. *Gegenbaur.* Ueber die Bildung des Knochengewebes. (Jenaische Zeitschr. Bd. I. 3., 1864; p. 343.)

23. *Landois.* Ueber den Ossificationsprocess. (Centralblatt f. med. Wiss., 1864; n° 18.)

24. *Morel.* Traité élementaire d'histologie. Paris; 1864.

25. *G. Pouchet.* Précis d'histologie humaine. Paris; 1864.

26. *Robin.* Sur les conditions de l'ostéogénie, avec ou sans cartilage préexistant. (Journal de l'anatomie et de la physiol., 1864; p. 514.)
27. *Ranvier.* Considérations sur le développement du tissu osseux. Paris; 1865.
28. *Ranvier.* Quelques points relatifs à la préparation et aux propriétés des cellules du cartilage. (Journal de la physiol. de Brown Sequard, VI, 1865; p. 577.)
29. *Waldeyer.* Ueber den Ossificationsprocess. (M. Schultze's Archiv, Bd. I, 1865; p. 354.)
30. *Ollier.* Traité expérimental et clinique de la régénération des os. Paris, 1867. Tom. I, p. 162.
31. *Frey.* Histologie und Histochemie 3^{e} Aufl. Leipzig, 1870; p. 354.
32. *Neumann.* Bemerkungen über das Knorpelgewebe, und den Ossificationsprocess. (Arch. der Heilkunde, IX, 1870; p. 414. — Ref. im Hirsch-Virchow'schen Jahresber.)
33. *Aeby.* Der Bau des menschlichen. Körpers, etc. Leipzig, 1871.
34. *Kutschin.* Zur Entwickelung des Knochengewebes. (Untersuch. aus d. Inst. f. Physiol. z. Graz., 1871; p. 59. — Refer. ibid.
35. *Rollett.* Art. Bindesubstanzen (in Stricker's Handbuch, p. 95. Leipzig, 1871.)
36. *Levschin.* Zur Entwickelung des Knochengewebes an dem Diaphysenende der Röhrenknochen des Neugeborenen. (Bullet. de l'Acad. imp. de Saint-Pétersbourg, XVII. 1872; p. 9.)
37. *Stieda.* Die Bildung des Knochengewebes. Leipzig, 1872.
38. *Ranvier.* Quelques faits relatifs au développement du tissu osseux. (Comptes rendus. Paris, 1873, t. 77, p. 1105.)
39. *Strelzoff.* Ueber die Histogenese der Knochen. (Unters. aus d. Path. Instit. z. Zürich, I, 1873, p. 1.)
40. *V. Brunn.* Beiträge zur Ossificationslehre. Reichert und Dubois Reymond's Archiv., 1874; p. 1.)
41. *Hofmokl.* Ueber Callusbildung. Wiener med. Jahrb., 1874; p. 349. — Ref. in Hofmann und Schwalbe's Jahresber.)
42. *Klebs.* Beobachtungen und Versuche über Cretinismus. (Archiv f. experim. Patholog. Bd. II, 1874; II, p. 425.)

43. *Tillmanns.* Beiträge zur Histologie der Gelenke. (Arch. f. mikr. Anat. Bd. X, 1874; p. 401.)

44. *Baber.* On the structure of the hyaline Cartilage. (Journ. of anat. and Physiol. vol. X, part. I, oct. 1875; p. 113.

45. *Genzmer.* Untersuchungen über den Hyalinknorpel. (Centralbl. f. Chirurg., 1875; n° 17.)

46. *Ogston.* On articular cartilage. (Journal of anat. and Physiol., vol. X, part. I, 1875; p. 49.)

47. *Ranvier.* Traité technique d'histologie. Paris, 1875.

48. *Steudener.* Beiträge zur Lehre von der Knochenentwickelung und dem Knochenwachsthum. Halle, 1875.

49. *Thierfelder.* Ueber die Bedeutung der provisorischen Knorpelverkalkung. (Arch. der Heilk., XVI, p. 441, 1875, ref. in Hofmann und Schwalbe's Jahresber.)

50. *Wolff.* Ueber die Entwicklung des nicht präformirten Knochengewebes. (Centralbl. f. med. Wiss., 1875, n° 20.)

51. *Leboucq.* Recherches sur le développement des vaisseaux et des globules sanguins. Gand, 1876.

52. *Neumann.* Die Iodreaction der Knorpel und Chordazellen. (Arch. f. mikr. Anat., Bd. XIV, p. 54, 1877.)

53. *Tillmanns.* Ueber die fibrilläre Structur des Hyalinknorpels. (Centralbl. f. Chirurg., 1877; n° 11.)

EXPLICATION DES FIGURES.

(Pour les figures 4 à 9, les contours ont été dessinés à la chambre claire d'Oberhäuser, adaptée au microscope Hartnack, système 5 = 200 diamètres de grossissement.) Toutes les coupes sont parallèles à l'axe de l'os.

Fig. 1. Humérus, embryon de vache de $0^{m},05$ de long. — Tissu frais; sérum iodé. (× 20 diamètres)

p. Ébauche de l'os périchondral.

Fig. 2. Humérus, embryon de vache de $0^{m},25$. Extrémité supérieure. Sérum iodé. (× 15 diamètres.)

a Cellules de la limite d'ossification diaphysaire.

b. Cellules empilées.
c. Début de formation du noyau épiphysaire.
e. Encoche d'ossification.
v. Canaux vasculaires.

Fig. 3. Humérus, cochon d'Inde de 5 jours. — Sérum iodé. (× 20 diamètres.)
a. Couche de cellules à glycogène.
c. Reste du cartilage.

Fig. 4 Phalange, embryon de vache de 0m,12. — Sérum iodé.
A. Grandes cellules à glycogène du centre de la diaphyse.
p. Ébauche de l'os périchondral.
B. Couche des cellules aplaties, colorées en jaune.

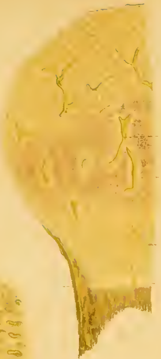
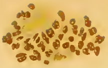
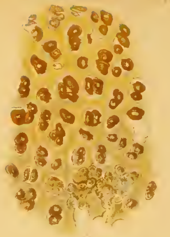
Fig. 5. Prolifération des cellules cartilagineuses du centre de la diaphyse d'une phalange d'embryon de brebis. Longueur 0m,08. Pièce décalcifiée par l'acide picrique.

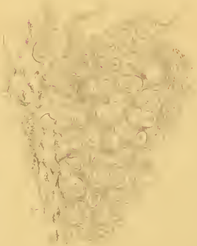
Fig. 6. Métacarpien du précédent. Invasion du tissu embryonnaire sous-périostal, ouverture des capsules cartilagineuses. Pièce décalcifiée comme la précédente. — La double coloration n'est pas rendue dans la figure *p*. os périostal.

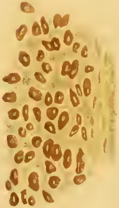
Fig. 7. Cellules à glycogène de la limite d'ossification. Phalange embryonnaire de vache, longueur 0m,35.— Sérum iodé. Les cellules les plus rapprochées de la couche des granulations ne se distinguent que vaguement, à cause de la présence des sels calcaires.

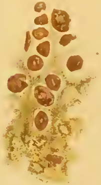
Fig. 8. Phalange du même, traitée par l'alcool, la solution iodée et la glycérine acidifiée. — Les cellules cartilagineuses sont encore reconnaissables dans la cavité médullaire formée par l'ouverture des capsules.

Fig. 9. Développement de la fig. 2. A, B et C correspondent aux couches *a*, *b*, *c* de la fig. 2.







Recherches sur le développement du maxillaire inférieur de l'homme; par M. H. Masquelin, préparateur du cours d'histologie à l'Université de Liége.

Travail du laboratoire d'histologie normale de l'Université de Liége; professeur A. Swaen.

COMMUNICATION PRÉLIMINAIRE.

Le développement du maxillaire inférieur de l'homme présente un intérêt tout particulier, à cause de nombreuses questions encore controversées qui peuvent être résolues par son étude attentive.

Les travaux récents de Strelzoff, Stieda, Ruge, Steudener et Brock, qui se sont rapidement succédé dans ces derniers temps, montrent d'ailleurs suffisamment quelle importance on attache à l'étude des différents points suivants :

1° Quel est le sort du cartilage de Meckel?

Prend-il ou ne prend-il aucune part à la formation du maxillaire osseux :

2° Le maxillaire se développe-t-il complétement aux dépens d'un cartilage?

3° Le maxillaire se développe-t-il pour la plus grande partie de son étendue dans du tissu conjonctif, et le condyle seul se développe-t-il dans un cartilage?

4° L'apophyse coronoïde n'est-elle pas aussi le produit de l'ossification d'un noyau cartilagineux?

5° N'en est-il pas de même de l'angle de la mâchoire? Ces trois noyaux cartilagineux ne se confondent-ils pas en un seul ?

6° Enfin en trouve-t-on encore dans la portion alvéolaire du maxillaire ?

7° Une dernière question encore plus importante au point de vue de l'ostéogenèse est celle de la façon dont l'os se développe dans ces noyaux cartilagineux.

Est-ce par voie directe « métaplastique » ou par voie indirecte « néoplastique » par l'intermédiaire d'ostéoblastes ?

Je ne parlerai pas pour le moment de la conservation de la forme du maxillaire, de la manière de voir de Köllicher sur le rôle des ostéoclastes dans la théorie de la résorption et de l'apposition et de la théorie du développement interstiel.

Sans entrer maintenant dans des détails sur les manières de voir des auteurs précités dans les différentes questions que je viens d'énumérer, je ferai remarquer que le développement du maxillaire n'est pas identique chez les différents mammifères, que le tissu ostéogène dans lequel se forment les différentes parties de cet os varie même chez une espèce donnée suivant l'âge du fœtus dont on étudie le maxillaire.

On s'explique ainsi comment des histologistes éminents peuvent différer d'opinion et décrire du cartilage que d'autres ne trouvent pas, et des modes de développement du tissu osseux dont d'autres ne découvrent aucune trace. C'est pourquoi, ayant à ma disposition un assez grand nombre de fœtus humains, j'ai entrepris cette étude du développement du maxillaire uniquement *chez l'homme*, me réservant dans la suite de comparer les résultats obtenus à ceux qui me donneront les maxillaires d'autres animaux.

Les maxillaires d'embryons humains qui ont servi à ces recherches avaient séjourné longtemps dans le liquide de Müller, ils furent lavés à l'eau, traités par l'alcool, décalcifiés à l'aide d'une solution d'acide picrique, traités par une solution sirupeuse de gomme et enfin convenablement durcis par l'alcool absolu.

Les coupes ont été faites verticalement et transversalement à partir de la symphyse jusqu'à l'extrémité du condyle; chaque coupe était conservée, traitée par l'eau, le picrocarmin, montée dans la glycérine picrocarminatée; un certain nombre de coupes ont aussi été traitées par l'hématoxyline et le carmin neutre.

Sur les premières préparations, toute la substance fondamentale du tissu osseux se teint en rouge vif, la substance fondamentale du cartilage ne se colore pas, ou ne prend qu'une légère teinte rosée; il en est de même de la substance fondamentale du tissu conjonctif ou muqueux.

Les cellules sont colorées en jaune, et leurs noyaux légèrement teintés de rose.

Pour juger de l'aspect des coupes, il faut noter que, sous le rapport de la forme, le maxillaire du fœtus diffère assez considérablement de celui de l'adulte.

Chez l'embryon, en effet, l'angle de la mâchoire est très-obtus, et la partie de l'os correspondant à la branche montante, continue presque la direction de la branche horizontale, dite aussi « portion alvéolaire. » Elle est fort peu obliquement inclinée en haut et en arrière. Il résulte de cette disposition que les coupes verticales et transversales pratiquées sur ces os, sont perpendiculaires à l'axe dans leur partie alvéolaire, et légèrement obliques à l'axe dans leur branche montante. (Aussi sur quelques maxillaires, pour mieux étudier l'ossification du condyle, ai-je fait des coupes parallèles au bord postérieur de la branche montante.) Il en résulte encore que le bord inférieur de la portion alvéolaire se continue insensiblement avec le bord postéro-inférieur de la branche montante, le bord supérieur de la portion alvéolaire se continuant d'autre part avec son bord antéro-supérieur et l'apophyse coronoïde.

J'ajouterai que l'on doit encore considérer à chacun des deux maxillaires inférieurs, deux faces : une interne et une externe et une extrémité antérieure. Cette dernière converge vers celle appartenant au maxillaire opposé et n'en est séparée que par une masse assez peu considérable de tissu conjonctif constituant la symphyse.

Je dois maintenant donner un aperçu sommaire de la configuration du maxillaire et du cartilage de Meckel sur ces coupes verticales faites d'avant en arrière.

La configuration de l'os et du cartilage varie considérablement suivant l'âge de l'embryon. Ne pouvant entrer pour le moment dans tous ces détails, je me bornerai à n'en donner qu'une idée générale :

CONFIGURATION DU MAXILLAIRE.

1° Sur les premières coupes, les extrémités antérieures du maxillaire plus ou moins épaisses, allongées dans le sens vertical, sont séparées l'une de l'autre par du tissu conjonctif.

2° Sur des coupes plus postérieures du maxillaire d'embryons jeunes (65-75 millimètres du vertex à l'anus), les cartilages de Meckel s'interposent entre les deux maxillaires. (Voir plus loin pour les détails.)

Sur des coupes d'un maxillaire appartenant à des embryons plus âgés (95^{mm}), les cartilages de Meckel n'arrivent plus aussi loin et se terminent dans l'épaisseur du corps de la partie alvéolaire.

3° Plus en arrière encore, dans la portion alvéolaire de l'os, la coupe verticale et transversale du maxillaire le montre formé de deux lames osseuses, l'une interne, l'autre externe, convergeant vers le bas et s'y réunissant à un massif osseux plus ou moins allongé dans le sens vertical. Les deux lames forment ainsi une gouttière ouverte en haut et un peu en dedans, dans laquelle s'engagent les follicules dentaires. On peut lui donner le nom de « gouttière alvéolaire. » Le massif osseux qui provient de la réunion des deux parois de cette gouttière, constitue le corps et le bord inférieur de l'os.

4° En s'approchant de la branche montante, on voit la lame interne de la gouttière alvéolaire s'abaisser, la lame externe, au contraire, s'élever et former peu à peu cette branche montante.

5° Plus loin encore, les coupes passent par la branche montante. Elles montrent le maxillaire formé de deux parties à peu près d'égales dimensions, réunies par le *cartilage du condyle.* L'une, la supérieure, allongée, étroite, renflée à son extrémité supérieure, constitue le bord antero supérieur de la branche montante et l'apophyse coronoïde. L'autre, mince auprès du cartilage, renflée vers le bas, continue en arrière le corps et le bord inférieur de la portion alvéolaire et constitue l'angle et le bord postéro-inférieur de la branche montante.

6° Plus les coupes se rapprochent du condyle qui constitue l'extrémité postérieure du maxillaire, plus le cartilage du condyle y devient volumineux et se rapproche du bord inférieur de la coupe ; il n'est bientôt plus relié à l'apophyse coronoïde renflée que par une lamelle osseuse très-mince.

7° Enfin, cette lame osseuse disparaît, puis le sommet de l'apophyse coronoïde, et, sur les dernières coupes, on ne trouve plus que le condyle constitué par une masse de cartilage hyalin, de forme elliptique à grand diamètre transversal.

CARTILAGE DE MECKEL.

Sur ces différentes coupes, le cartilage de Meckel de forme assez variable suivant le lieu et l'âge du fœtus, se trouve accolé à la face interne du maxillaire, du moins dans la plus grande partie de son trajet. Il est dirigé obliquement de haut en bas et d'avant en arrière; longe ainsi le condyle, puis la lame osseuse qui réunit son cartilage à l'apophyse coronoïde, et gagne la face interne de la portion alvéolaire. Jusqu'alors il est resté à une certaine distance de l'os ; à partir de ce moment, il s'en rapproche de plus en plus et la face interne du maxillaire s'excave même pour recevoir sa portion externe.

Dans la partie antérieure de la branche horizontale du maxillaire, le cartilage de Meckel, se comporte alors de façon toute différente suivant l'âge du fœtus.

Sur le maxillaire d'un embryon de 65 ou 75 millimètres de longueur du vertex à l'anus, le cartilage de Meckel, en s'approchant de la symphyse, s'engage dans une gouttière que lui forme la face interne de l'os.

Dans son périchondre se développent des travées osseuses qui se mettent en rapport avec la face interne du corps du maxillaire ou la paroi interne de la gouttière alvéolaire.

Dans ce point, le cartilage de Meckel, jusque-là intact, a subi des modifications profondes : ses cellules se sont considérablement développées, les cavités cartilagineuses ont aussi beaucoup gagné en étendue et la substance fondamentale imprégnée de sels calcaires est au contraire fortement réduite ; elle n'est plus représentée que par de minces cloisons intercellulaires dans lesquelles on ne peut distinguer de capsules.

De plus, du tissu conjonctif embryonnaire avec des vaisseaux traverse la paroi des cavités cartilagineuses les plus superficielles et se répand de proche en proche dans les autres cavités cellulaires, en amenant la résorption de la substance fondamentale et la destruction des cellules cartilagineuses. Ce processus se fait d'une façon très-irrégulière.

Dans certains points, c'est par les cavités de la face externe du cartilage, dans d'autres par celles des extrémités que se fait cette pénétration du tissu médullaire. En même temps on constate à la surface des restants de substance fondamentale du cartilage des dépôts de substance osseuse encore revêtus d'une couche d'ostéoblastes.

Cette ossification indirecte du cartilage de Meckel n'est nullement régulière, elle ne se produit que sur des îlots isolés du cartilage, tantôt encore en rapport avec du cartilage intact, tantôt perdu au milieu du tissu médullaire.

Je ne puis entrer, pour le moment, dans plus de détails au sujet des phénomènes qui se passent dans le cartilage de Meckel ; j'ajouterai cependant que, sur un embryon de 65 millimètres à la surface, là où son périchondre s'ossifie, quelques cellules cartilagineuses, plus petites, ovalaires, non altérées, se transforment très-probablement directement en cellules osseuses, tandis que la substance fondamentale s'ossifie. Il y aurait donc, en même temps qu'une ossification indirecte de ce cartilage, dans son épaisseur, une ossification directe, peu étendue, il est vrai, dans certaines parties de sa surface.

Quand on se rapproche alors de la symphyse, on voit ces modifications du cartilage de Meckel disparaître ; le cartilage redevient normal, se dégage peu à peu de la gouttière dans laquelle il s'était enfoncé, bientôt il n'est plus appliqué que contre la face interne du corps de l'os, et, en arrière de la symphyse des deux maxillaires, on trouve les deux cartilages de Meckel interposés entre les deux os et réunis entre eux par du tissu conjonctif.

Sur les maxillaires d'embryons plus âgés (95^{mm}), le cartilage de Meckel se comporte de la même façon dans toute sa partie postérieure. Mais, dans sa partie antérieure, il présente de notables différences.

Et d'abord les extrémités antérieures des deux cartilages n'arrivent plus jusque derrière la symphyse osseuse.

Dans la partie antérieure de son trajet, le cartilage de Meckel s'engage encore une fois dans une gouttière formée par la face interne du corps de l'os, puis pénètre de plus en plus profondément à son intérieur, de façon qu'à son extrémité terminale, il se trouve entouré de toute part par le tissu osseux du corps du maxilaire.

Dans ces points, l'envahissement du cartilage par le tissu médullaire a amené la résorption de la majeure partie de cet organe, et, tout à fait à son extrémité antérieure, on ne retrouve plus de lui que quelques rares îlots de substance fondamentale revêtus de couches plus ou moins épaisses et plus ou moins régulières de tissu osseux déposées à leur surface par les ostéoblastes de la moelle.

Sur ces maxillaires donc, l'extrémité antérieure du cartilage de Meckel pénètre à l'intérieur du corps de l'os par la face interne de ce dernier et s'y termine au milieu du massif osseux du maxillaire. La plus grande partie du cartilage est détruite par résorption, et quelques îlots restants subissent l'ossification indirecte.

J'ajouterai ici que, en arrière de la symphyse osseuse, on trouve sur ces maxillaires un cartilage médian qui est plus ou moins développé suivant l'âge de l'embryon et qui ne présente aucun rapport avec les cartilages de Meckel.

HISTOLOGIE.

Développement du maxillaire inférieur.

A un examen même superficiel de coupes faites sur le maxillaire d'un jeune embryon (65-75^{mm} du vertex à l'anus), on est immédiatement frappé par la disposition particulière du tissu osseux. Ici, en effet, on ne trouve rien de comparable à ces réseaux de fines travées osseuses qui constituent les premières phases du développement de cet os, chez le lapin, par exemple, réseaux qui sont généralement décrits comme caractéristiques du développement du tissu osseux dans le tissu conjonctif embryonnnaire.

Sur les coupes du maxillaire de l'homme on n'observe en général que de grosses travées osseuses très-riches en cellules, se terminant dans le tissu où elles se développent par des extrémités volumineuses et renflées qui ne rappellent en rien ces travées effilées se perdant insensiblement au milieu du tissu ostéogène que l'on observe dans les cas précités.

Ces grosses travées ne présentent le plus souvent pas de canaux de Havers, et se réunissent par leurs extrémités de façon à limiter des gouttières ou de très-larges canaux et à former ainsi un appareil osseux assez simple dans sa configuration.

Ces travées ne sont d'ailleurs autre chose que la coupe transversale et verticale de lames osseuses assez épaisses qui constituent les parois de la gouttière alvéolaire, le corps et le bord inférieur de la mâchoire ela branche montante.

Des travées moins considérables sont tantôt isolées dans le tissu conjonctif, tantôt insérées par un de leurs bords sur l'une ou l'autre de ces lamelles principales.

Tous les points de ces travées ne sont pas propres non plus à l'étude de leur développement. Parmi ceux où cette étude peut le mieux se faire, on peut citer les suivants :

Les extrémités terminales de ces travées, et, particulièrement, le bord inférieur de la branche alvéolaire et de la branche montante, les bords supérieurs des parois de la gouttière alvéolaire, celui de la branche montante avec l'apophyse coronoïde et les extrémités antérieures des branches horizontales au niveau de la symphyse.

Sur les bords de ces travées osseuses, c'est-à-dire, sur les faces des lames osseuses, le travail d'ossification est très-peu actif; il est même nul en certains endroits. Tantôt il est semblable à celui des extrémités, tantôt encore il est produit par une couche d'ostéoblastes.

Mais, dans les points d'élection cités plus haut, on peut étudier facilement l'histogenèse du tissu osseux de ces trabécules et y trouver le sujet d'observations très-intéressantes.

Ici je devrai entrer dans quelques détails :

1° Sur les embryons de 65 millimètres de longueur, le tissu osseux dans la portion alvéolaire du maxillaire se développe dans un tissu conjonctif embryonnaire, lequel tissu, au voisinage de l'os en voie de développement, présente les particularités suivantes :

Il est formé par une masse de cellules volumineuses, de forme ovalaire ou arrondie, serrées les unes contre les autres, et entre lesquelles on n'aperçoit qu'une très-petite quantité de substance intercellulaire muqueuse. Cette dernière ne se colore pas dans les réactifs. Au voisinage de l'os nouvellement formé, cette substance intercellulaire augmente, se colore légèrement en rose et se continue insensiblement avec la substance fondamentale du tissu osseux.

Cette dernière forme un réseau très-serré de trabécules colorés en rouge par le picrocarmin, réseau à mailles ovalaires ou fusiformes.

Dans ces mailles se trouvent logées les cellules précédemment décrites; dans une maille, on ne trouve d'habitude qu'une seule cellule; cependant, dans certaines mailles plus grandes, on en rencontre jusque deux ou trois, dont la forme est alors altérée par leur compression réciproque. Les travées de substance osseuse qui les séparent sont fortement colorées au milieu, la teinte rouge s'affaiblit, au contraire, vers les bords de la cavité cellulaire. Si l'on examine progressivement des points plus éloignés, on voit les cavités cellulaires diminuer d'étendue, devenir irrégulières, s'écarter les unes des autres par suite de l'augmentation de la substance fondamentale; les cellules prennent elles-mêmes des formes étoilées et peu à peu deviennent ainsi cellules osseuses. Dans les points où plusieurs cellules se trouvent réunies dans une même cavité, on voit apparaître entre elles un mince liséré de substance osseuse. Ce liséré s'épaissit et divise la cavité primitive en deux ou trois cavités secondaires, suivant le nombre de cellules y contenues antérieurement.

De cette observation, il résulte que le tissu osseux se développe ici dans le tissu muqueux de la façon suivante:

La substance intercellulaire de ce tissu augmente, s'imprègne de sels calcaires et s'ossifie; les cellules logées dans cette substance intercellulaire deviennent cellules osseuses. Est-ce à dire pour cela que l'on a affaire dans ce cas à une ossification directe métaplastique du tissu muqueux? Je ne crois pas que ce processus se passe ici dans toute sa pureté. Les cellules de ce tissu jouent en somme le rôle d'ostéoblastes : ce sont elles qui fournissent à l'épaississement du réseau de substance fondamentale. Ce sont elles qui, réunies à plusieurs dans une même cavité, forment les cloisons qui vont ensuite les séparer les unes des autres. Il y a dans ce cas une ossification analogue à celle que je montrerai tantôt s'effectuant dans le tissu conjonctif plus âgé, et, il n'y a d'autre différence que celle-ci : c'est que la substance fondamentale du tissu muqueux est amorphe, tandis que celle du tissu conjonctif d'un embryon âgé est formé surtout par des faisceaux de fibrilles.

2° Le processus d'ossification peut être suivi sur toute l'étendue du bord supérieur de la lame externe de la gouttière alvéolaire, et, quand ce bord se continue avec le bord antéro-supérieur de la branche montante et avec l'apophyse coronoïde, on peut voir ce mode de développement devenir encore plus régulier. L'apophyse elle-même a sur une coupe une forme elliptique, son extrémité supérieure arrondie et ses bords se trouvent en rapport avec un tissu conjonctif embryonnaire, semblable à celui qui vient d'être décrit, son extrémité inférieure se continue avec la lame osseuse qui constitue la branche montante. Dans toute son étendue elle est formée par le reticulum de tissu osseux décrit antérieurement; seulement ici ses mailles sont plus régulières. Cette régularité est si grande qu'au premier aspect, on est tenté de comparer ce tissu à du cartilage hyalin, dans lequel la substance fondamentale serait remplacée par de la substance osseuse. Cependant il faut remarquer que sur ces maxillaires on ne trouve aucune trace de cartilage proprement dit; ce n'est que sur les maxillaires d'embryons plus âgés, 95 millimètres par exemple, que l'on voit ce tissu osseux en continuité manifeste avec du cartilage hyalin occupant le centre et l'extrémité supérieure de l'apophyse coronoïde. Dans ce dernier cas, c'est une ossification directe du tissu cartilagineux.

Sur les embryons de 65 millimètres c'est plutôt une forme de transition de l'ossification du tissu muqueux à une ossification directe du cartilage que l'on observe.

3° Cette dernière, étudiée sur les embryons de 95 millimètres, montre que ce processus consiste en une calcification, puis en une ossification de la substance fondamentale du cartilage.

Les cellules cartilagineuses, globuleuses au début, forment alors des dépôts de substance osseuse à la face interne de leurs cavités, deviennent étoilées et se transforment ainsi en cellules osseuses. (Dans mon travail ultérieur, je devrai entrer dans de nombreux détails à ce sujet.)

Cette similitude dans l'aspect du tissu osseux développé directement dans du cartilage hyalin et de l'os développé dans le tissu muqueux pourrait porter à croire que ce dernier n'est, en somme, que du cartilage hyalin dans la première phase de son développement, qui s'ossifierait immédiatement. Il n'en est rien, car, si l'on suit ce tissu le long du bord inférieur de la mâchoire, on le voit se continuer à la branche montante avec du tissu conjonctif à faisceaux de fibrilles déjà bien développés et en voie d'ossification.

4° De plus, sur des maxillaires plus âgés, de 75 millimètres de longueur, on peut voir sur une travée le tissu osseux se développer dans le tissu muqueux, suivant le processus étudié plus haut. A côté de ce point d'ossification, quelquefois sur la même travée, d'autres fois sur une travée voisine, on observe que le tissu osseux se développe réellement aux dépens d'ostéoblastes. Entre les cellules du tissu ostéogène ne se trouve plus de substance muqueuse fondamentale, et, des trabécules osseux formés, on voit s'élever de fines aiguilles fortement colorées en rouge et couvertes d'ostéoblastes. Seulement, elles présentent ceci de particulier, qu'elles se ramifient, portent de petites aiguilles latérales et forment, en certaines places, des mailles entourant une ou deux cellules ostéoblastiques. Ce mode de développement aux dépens d'ostéoblastes a pour résultat de former un réseau de substance osseuse fondamentale très-délicat d'abord, à mailles très-serrées contenant une ou deux cellules. Les travées de ce réseau s'épaississent ensuite.

Le tissu osseux ainsi développé a l'aspect de celui qui s'est formé dans le tissu muqueux par le premier processus étudié. J'ajouterai que dans le voisinage on trouve aussi de minces travées couvertes d'ostéoblastes et se développant suivant le mode ordinairement décrit.

5° Plus tard encore, et surtout chez des embryons plus âgés, on voit ce tissu muqueux remplacé par du tissu conjonctif à faisceaux bien développés déjà et riche en cellules volumineuses de forme irrégulière, munies de prolongements et jouant le rôle d'ostéoblastes.

Dans ce tissu conjonctif, se développent des travées osseuses plus minces que celles étudiées jusqu'à présent et qui se continuent sans ligne de démarcation tranchée avec les faisceaux de fibrilles du tissu conjonctif. Ces derniers se divisent, s'anastomosent, forment des réseaux serrés dans les mailles desquels se trouvent logées une ou plusieurs cellules ostéoblastiques. Ces faisceaux s'imprègnent de sels calcaires, s'ossifient et les cellules logées dans les mailles du réseau deviennent cellules osseuses, les unes directement, les autres après avoir encore formé de la substance osseuse à leur périphérie. Toutes ces cellules continuent d'ailleurs à produire de la substance fondamentale, car, très-rapprochées dans les travées en voie d'ossification, elles vont en s'écartant de plus en plus, quand on examine des points où l'os est plus développé.

6° Enfin sur le maxillaire d'un embryon de 170 millimètres, outre le cartilage de l'apophyse coronoïde, on trouve encore du cartilage hyalin dans la branche horizontale. Ce dernier se rencontre et dans le corps de l'os et dans les parois de la gouttière alvéolaire; les noyaux cartilagineux bien développés montrent d'une façon manifeste l'ossification directe de toute leur périphérie surtout. Cette ossification se fait suivant le mode indiqué brièvement au sujet de l'apophyse coronoïde.

Je serais entraîné trop loin, si j'entrais dans les détails du développement, de la forme, de la situation de ces noyaux cartilagineux, et des rapports qu'ils présentent avec le tissu osseux voisin.

7° Il me reste à décrire encore le cartilage du condyle et son ossification.

CARTILAGE DU CONDYLE.

Le cartilage du condyle dirigé obliquement de haut en bas et d'arrière en avant, a la forme d'un cône tronqué très-allongé. La base du cône, volumineuse, arrondie, occupe l'extrémité postérieure et supérieure de la branche montante du maxillaire. Son sommet tronqué vient se terminer en avant et en bas, à l'union du corps de la portion horizontale de l'os et de l'extrémité inférieure de la paroi externe de la gouttière alvéolaire.

Il se termine là où cette paroi commence à s'allonger dans le sens vertical pour former la partie antéro-supérieure de la branche montante.

La situation du cartilage dans cette partie du maxillaire est la suivante : à partir de sa base, le cartilage occupe d'abord le bord postéro-inférieur de la branche montante, puis s'en écarte peu à peu de telle façon qu'à la partie moyenne de son trajet, il est à peu près également éloigné de ce bord et du supérieur. J'ai déjà dit où se termine son sommet tronqué. Il résulte de cette situation que ses faces supérieure et inférieure se trouvent, dans la plus grande partie de leur trajet, en rapport avec du tissu osseux. Ses faces latérales, au contraire, présentent des rapports différents suivant les places et suivant l'âge du fœtus. Je me bornerai à dire ici que tantôt elles sont en rapport directement avec du tissu conjonctif ostéogène, tantôt avec de minces couches de tissu osseux développées dans ce tissu conjonctif. Le sommet du cartilage se continue avec le tissu osseux de la branche horizontale, tandis que sa base par sa partie postérieure et supérieure se continue insensiblement avec du tissu conjonctif embryonnaire.

Quels sont maintenant les processus que l'on peut observer dans l'ossification du cartilage?

1° Suivant ses faces supérieure et inférieure, le cartilage se continue sans ligne de démarcation tranchée avec le tissu osseux voisin. Il y a donc ici une ossification directe analogue à celle de l'apophyse coronoïde chez les embryons d'un certain âge (95 millimètres de longueur).

2° Dans les points de ses faces interne et externe où se forment des travées osseuses dans le tissu ostéogène, les couches les plus superficielles du cartilage s'ossifient encore directement en suivant le même processus.

3° Enfin dans d'autres points de ses faces latérales, il ne se forme pas de dépôts osseux; les cellules cartilagineuses deviennent très-grandes, leur protoplasme est clair et transparent, la substance fondamentale se réduit considérablement et s'imprègne de sels calcaires, les capsules cartilagineuses disparaissent, les cloisons les plus superficielles de substance fondamentale se résorbent et les cellules y contenues sont détruites. En même temps le tissu ostéogène riche en vaisseaux pénètre de proche en proche dans les cavités cartilagineuses, en amenant la résorption de la substance fondamentale et la destruction des cellules. Sur une coupe longitudinale du cartilage, on voit que ce processus se produit à la fois dans différents points de ses faces externe et interne, et l'on observe que le cartilage du condyle est parcouru de canaux ou plutôt d'espaces médullaires très-irréguliers formant par places de vastes cavités dans l'épaisseur du condyle.

Cette formation d'espaces médullaires et cette résorption du cartilage se font sans aucun ordre, dans les directions les plus indéterminées.

Cependant, l'on peut reconnaître ces directions à l'aspect du cartilage hyalin qui forment les parois de ces espaces. Là, où ces derniers vont s'étendre, le cartilage présente les caractères brièvement décrits pour le début de ce processus; là, au contraire, où la destruction du cartilage n'aura pas lieu, on voit à la surface des parois des couches osseuses développées aux dépens d'ostéoblastes et, souvent même, ces dépôts osseux sont en continuité avec de l'os formé dans le cartilage par ossification directe.

Il se passe ici dans les parois cartilagineuses des espaces médullaires le même processus que celui qui intéresse la surface du cartilage là où le tissu ostéogène y dépose de la substance osseuse.

Il résulte de cette description déjà trop longue, que le cartilage du condyle croît par son extrémité supérieure et postérieure, que ses faces antéro-supérieure et postéro-inférieure s'ossifient directement, que certaines parties de ses faces latérales sont le siége d'une ossification directe très-peu active, et que c'est par d'autres points de ces faces que pénètre à son intérieur du tissu médullaire.

Ce dernier amène la résorption du cartilage dans des directions très-variées.

Les parois des espaces médullaires ainsi formés, dans certains points présentent les modifications qui précèdent la résorption des cloisons de substance fondamentale et la destruction des cellules cartilagineuses; dans d'autres points, au contraire, sont garnies d'ostéoblastes, déposant à leur surface des couches de substance osseuse; fort souvent, en même temps, ces parois s'ossifient directement dans une petite étendue au voisinage de l'espace médullaire.

Je dois ajouter encore qu'il se forme aussi des îlots de tissu cartilagineux saillant ou isolés au milieu du tissu médullaire. Les bords de ces îlots présentent par places des liserés de tissu osseux déposés par les ostéoblastes, quelquefois des traces d'ossification directe du cartilage, puis, au milieu de la substance fondamentale, on voit quelques cellules de cartilage en voie d'ossification, c'est-à-dire que les bords de la cavité cellulaire sont devenus inégaux et dentelés, qu'à leur surface interne s'est fait un dépôt de substance osseuse fortement colorée en rouge et se continuant insensiblement avec le corps de la cellule plus ou moins fortement réduit dans ses dimensions et de forme très-irrégulière. Au lieu d'une seule cellule ainsi logée dans une cavité cartilagineuse, on peut en rencontrer deux.

Je ne veux pas encore affirmer pour le moment que dans ces points se rencontre cette seconde variété d'ossification directe du cartilage que Strelzoff a décrite dans son remarquable travail sur le développement du maxillaire inférieur. Je tiens à faire mes réserves à ce sujet et à poursuivre encore quelque temps mes recherches.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

1° C'est dans le tissu conjonctif embryonnaire que débute le développement du maxillaire inférieur.

2° Dans ce tissu conjonctif se forme d'une part le cartilage du condyle; d'autre part par le processus particulier décrit au début de cette étude, le tissu osseux de la branche horizontale et du restant de la branche montante du maxillaire.

3° Plus tard, au niveau de l'apophyse coronoïde, ce tissu conjonctif embryonnaire forme d'abord du cartilage hyalin qui s'ossifie ensuite par voie métaplastique.

4° Dans d'autres points, les cellules de ce même tissu conjonctif embryonnaire deviennent des ostéoblastes et c'est aux dépens de ces derniers que se développe le tissu osseux.

5° Ailleurs, en même temps que les ostéoblastes, des faisceaux de fibrilles se développent également, et ce tissu s'ossifie à son tour.

6° Enfin, plus tard encore, dans le tissu conjonctif où se produit l'ossification de la partie alvéolaire de l'os, se développe encore du cartilage hyalin qui s'ossifie lui aussi directement.

7° Le cartilage du condyle s'ossifie surtout par voie métaplastique; dans quelques points on observe de l'ossification indirecte de ce cartilage.

8° Le cartilage de Meckel est en grande partie résorbé, ce qui en reste s'ossifie par voie indirecte.

Ces résultats ont été obtenus sur des maxillaires de fœtus ayant 65, 75, 77, 95 millimètres de longueur (du vertex à l'anus), et sur la branche alvéolaire d'un fœtus de 170 millimètres de longueur. Je poursuivrai cette étude sur des embryons plus âgés et je ne présente pour le moment que le résumé des résultats obtenus sans les généraliser encore. Cependant, au point de vue de l'histogenèse du tissu osseux, je crois pouvoir en conclure qu'il est inexact de tracer une ligne de démarcation absolue entre les développements méta- et néoplastiques de ce tissu.

Nous avons vu, en effet, le tissu muqueux, le tissu cartilagineux, le tissu conjonctif s'ossifier suivant des procédés se rapprochant d'une part de l'ossification directe et d'autre part se reliant intimement au développement par intermédiaire d'ostéoblastes.

En effet, successivement les cellules du tissu muqueux, du tissu cartilagineux et du tissu conjonctif ont dans ces modes de développement joué le rôle d'*ostéoblastes*, en ce sens du moins qu'elles ont toutes formé de la substance fondamentale du tissu osseux; en même temps, la substance intercellulaire du tissu muqueux, du cartilage hyalin et du tissu conjonctif s'ossifiait aussi et entrait ainsi pour une part dans la formation de la substance fondamentale de l'os nouvellement formé.

Ce fait explique comment dans des espèces voisines on peut trouver des variations dans le mode du développement d'un même os.

— La classe se constitue en comité secret pour les candidatures supplémentaires aux places vacantes, et pour la discussion des titres des candidats présentés.

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 5 novembre 1877.

M. Alph. Wauters, directeur.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Ém. de Laveleye, vice-directeur, J. Roulez, Gachard, P. De Decker, J.-J. Haus, M.-N.-J. Leclercq, Ch. Faider, le baron Kervyn de Lettenhove, R. Chalon, Thonissen, Th. Juste, Félix Nève, Alp. Le Roy, A. Wagener, J. Heremans, P. Willems, *membres ;* Aug. Scheler, Alph. Rivier, *associés ;* Edm. Poullet, F. Loise, Rolin Jaequemyns, Stan. Bormans, Ch. Piot, Ch. Potvin, Aug. Stecher, *correspondants.*

M. L. Alvin, *président de l'Académie,* assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur écrit qu'aux termes de l'article 1er du règlement pour les prix quinquennaux, la sixième période pour la littérature française finira le 31 décembre prochain. Il demande que la classe lui adresse la liste double de présentation pour la formation du jury qui sera chargé de juger ce concours. La classe procède, par scrutin secret, à l'élection des quatorze noms des candidats ; cette liste sera communiquée à M. le Ministre.

— M. Galesloot soumet un travail intitulé : *Fouilles sur l'emplacement d'une villa de l'époque romaine à Laeken.*

Fouilles à Assche, par M. Prosper Crick. — Renvoi à l'examen de MM. Wagener, Piot et Wauters.

— La classe reçoit, à titre d'hommage, les ouvrages suivants, au sujet desquels elle vote des remercîments aux auteurs :

1° Tome IV de la *Chronique de Jean Des Preis dit d'Outremeuse,* publié par M. Stanislas Bormans dans la collection des chroniques de la Commission royale d'histoire ; 1 vol. in-4° ;

2° *Récits d'un bourgeois de Valenciennes* (XIV^e^ *siècle*), publiés par M. le baron Kervyn de Lettenhove, dans la collection des œuvres des grands écrivains du pays. 1 vol. in-8° ;

3° *Histoire politique et diplomatique de Pierre-Paul Rubens*, par M. Gachard ; 1 vol. in-8° ;

4° *Essai de numismatique yproise,* par M. Alphonse Vandenpeereboom (offert par M. Chalon) ; 1 vol. in-8° ;

5° *Curiosités numismatiques,* 23^e^ article, et *Discours du président à l'assemblée générale annuelle du* 1^er^ *juillet* 1877 *de la Société royale de numismatique,* par M. R. Chalon ; 2 brochures in-8° ;

6° *Programma del corso de diritto criminale,* dal prof. Francesco Carrara. Parte generale, vol. I^er^ et II (offert par M. Thonissen) ; 2 vol. in-8° ;

7° *Discours sur le respect, prononcé à la distribution des prix aux lauréats du concours général de l'enseignement moyen, le* 23 *septembre* 1877, par M. Arsène Deschamps (offert par M. Alph. Le Roy) ; 1 broch. in-8°.

— M. Thonissen, en offrant les deux volumes précités de M. Carrara, a lu la note suivante :

« J'ai l'honneur d'offrir à la classe, au nom d'un de ses associés, M. Carrara, professeur à l'Université de Pise et sénateur du royaume d'Italie, deux volumes formant la cinquième édition de l'ouvrage intitulé : *Programma del corso di diritto criminale dettato nella università di Pisa. Parte generale.* Dans ce livre, que tous les criminalistes de l'Europe sont unanimes à louer, le célèbre jurisconsulte italien traite successivement du Délit, de la Peine et du Jugement criminel. Il ne se contente pas de résumer la doctrine et de grouper les décisions des tribunaux de son pays et de l'étranger. Envisageant son sujet de haut et sous toutes ses faces, il présente les principes sous un jour nouveau et arrive à des déductions théoriques et à des conséquences pratiques que n'ont pas aperçues ses prédécesseurs. Quatre éditions rapidement épuisées attestent assez le mérite éminent de l'œuvre. La cinquième, revue avec soin et augmentée en plusieurs de ses parties, ne manquera pas d'obtenir le même succès. »

— M. le directeur, en présentant à la classe, au nom de M. Vandenpeereboom, ancien Ministre de l'Intérieur, un exemplaire de son *Essai de numismatique yproise,* s'exprime en ces termes :

« M. Alphonse Vandenpeereboom, Ministre d'État, vient de publier un beau volume in-8°, orné de 42 planches et intitulé *Essai de numismatique yproise* (Bruxelles, Gobbaerts, 1877). Véritable monument consacré aux annales de la patrie de l'auteur, ce volume présente, sous la forme la plus attrayante, un résumé de l'histoire d'une des grandes communes de la Flandre et de sa châtellenie et mille détails, pleins d'intérêt et généralement peu connus, sur les monnaies, les médailles, les jetons qui yont été frappés.

» Les médailles exécutées au XIX^e^ siècle ont fourni à M. Vandenpeereboom l'occasion de publier mainte particularité inédite sur Ypres et ses monuments et celles qui proviennent de corporations laïques ou ecclésiastiques lui permettent de passer en revue une foule d'institutions dont il ressuscite l'organisation. Le chapitre consacré aux *plombs* nous initie à la vie ancienne et moderne de l'industrie locale. En un mot, le volume entier forme une publication d'un genre tout nouveau et qui mérite une place spéciale parmi les travaux historiques. »

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

La compétence du Sénat de la République romaine en matière d'affaires étrangères; par M. P. Willems, membre de l'Académie.

Le droit de décréter la guerre, celui de conclure la paix ou d'autres traités avec des peuples étrangers compétait au peuple (1); mais toutes les négociations préparatoires à la déclaration de guerre, à la conclusion de paix ou d'autres traités définitifs furent pendant toute la durée de la République une des attributions principales du Sénat romain. C'est au Sénat que le magistrat-président introduit toutes les députations envoyées à Rome par les peuples étrangers pour traiter des affaires internationales. C'est le Sénat qui décide de l'envoi de députations romaines aux nations étrangères ; il nomme les membres des députations ou délègue leur nomination au magistrat-président. Tous, ils sont choisis parmi les sénateurs. Aussi, dit Polybe, l'étranger qui séjournerait à Rome, en l'absence des consuls, croirait que l'État romain est un gouvernement essentiellement aristocratique : ce dont, en effet, beaucoup de Grecs et même des Rois sont persuadés, parce que toutes les négociations se traitent avec le Sénat seul (1).

---

(1) Polyb., VI, 14: « *Καὶ τὸ μέγιστον, ὑπὲρ εἰρήνης οὗτος (ὁ δῆμος) βουλεύεται καὶ πολέμου.* Καὶ *μὴν περὶ συμμαχίας καὶ διαλύσεως και συνθηκῶν, οὗτος ἐστιν ὁ βεβαιῶν ἕκαστα τούτων καὶ καὶ κύρια ποιῶν ἢ τοὐναντίον.* »

§ 1. La déclaration de guerre.

Une guerre, pour être conforme au droit divin (*justum et pium bellum*), doit être déclarée conformément aux prescriptions du *jus feciale.*

Il faut d'abord que la guerre soit motivée par des griefs sérieux à charge d'un peuple étranger qui a refusé de donner satisfaction au peuple romain. L'initiative appartient au Sénat ; il décide s'il convient d'envoyer une députation de sénateurs au peuple étranger pour demander à l'amiable réparation du dommage ou de l'outrage commis à l'égard du peuple romain (2).

Si ce premier essai de conciliation ne réussit pas, le Sénat décrète l'envoi d'une commission de prêtres-féciaux, chargés de demander satisfaction officiellement (3).

---

(1) Ib., 13. Cf. Cic., de off., II § 26. « *Regum, populorum, nationum portus et refugium senatus.* »

(2) Dion. Hal., VIII, 64, IX, 60, XV, 5, 7. Liv., III, 25, IV, 58, VII, 31, VIII, 19, XXII, 33, XXX, 26, XXXIV, 59, XLII, 25. App., Gallic., 11, Polyb., II, 8. Val. Max., II, 2, § 5.

(3) La députation de sénateurs suivie d'une députation de féciaux. Liv., VII, 31-32. Cf. ib., IV, 30, VII, 6, VIII, 22, X, 45. Dion. Hal., IX, 60. Cf. Varr., de vit. p. R. cité par Non. Marc., v. Fecial. (M. p. 529, R. p. 362). Plus tard on ne mentionne plus les féciaux *ad res repetendas.*

Si les féciaux reviennent sans avoir réussi dans leur mission, le Sénat examine et décide s'il est opportun de soumettre la déclaration de guerre au vote du peuple (1).

En effet, toute déclaration de guerre doit être, au préalable, agréée par le peuple (2).

Après que le peuple a voté la *lex de bello indicendo* (3), le Sénat ordonne aux féciaux de se rendre sur le territoire ennemi et de déclarer la guerre au nom du peuple romain (4).

Quelques exemples historiques feront mieux connaître la suite ordinaire de la procédure :

---

(1) Liv., IV, 58, VI, 10, VII, 32, X, 45, XLII, 30. Dion. Hal., XIX, 5.

(2) Dion. Hal., VIII, 91, IX, 69, Liv., IV, 58, 60, VI, 21, 22, VII, 6, 12, 19, 32, VIII, 22, 25, 29, IX, 45, X, 12, 45, XXXI, 5-6, XXXVI, 1, XLII, 30. Cf. Liv., IV, 30 (427). Il existait avec Véji une simple trêve : non pas, la paix. Quand il s'agit de déclarer la guerre, on est en désaccord sur le point de savoir s'il faut une loi ou si un sénatus-consulte suffit. Les tribuns de la plèbe, menaçant d'intercéder contre le recrutement, obligent les consuls à soumettre la demande au peuple. Cf Liv., XXXVIII, 45. (181). Des *legati* au Sénat accusent le proconsul Manlius d'avoir fait la guerre aux *Gallograeci*, « *cui nationi non ex senatus auctoritate, non populi jussu bellum illatum ; quod quem unquam de sua sententia facere ausum? Antiochi Philippi Hannibalis et Poenorum recentissima bella esse : de omnibus his consultum senatum, populum jussisse*, etc. »

(3) Il n'y a guère d'exemple que la guerre proposée par le Sénat n'ait été votée par le peuple. En 200, celui-ci rejeta d'abord la *rogatio ex s. c.* du consul Sulpicius sur la guerre contre Philippe de Macédoine. Mais le consul, sur les instances du Sénat, présenta la *rogatio* une seconde fois, et la fit adopter (Liv., XXXI, 5, 6, 8).

(4) Les différentes phases de la procédure sont résumées par Liv, XXXVIII, 45 : « *De omnibus his (bellis) consultum senatum, populum jussisse, saepe legatos ante missos, res repetitas, postremo qui bellum indicerent missos.* » — Cf. Liv., XXXI, 8.

Déclaration de la 2e guerre punique.

Sagonte, ville alliée du peuple romain, étant menacée par Hannibal, demande du secours au Sénat romain. Le Sénat décide l'envoi d'une députation en Espagne pour reconnaître si les plaintes des alliés étaient fondées. En ce cas, ils devaient sommer Hannibal de se retirer de Sagonte, et se rendre incontinent à Carthage pour y exposer les griefs du peuple romain.

A peine cette décision est-elle prise par le Sénat que l'on apprend à Rome la nouvelle du siége de Sagonte par Hannibal. Aussitôt le Sénat décrète d'envoyer immédiatement deux députés à Hannibal pour lui ordonner d'abandonner le siége. S'il refusait, les députés devaient se rendre à Carthage et demander l'extradition d'Hannibal, l'auteur de la rupture de la paix (1). Hannibal refusa de recevoir les ambassadeurs romains (2), et à Carthage on rejeta leur demande (3).

Quant la députation revint à Rome, Sagonte avait été déjà prise par les Carthaginois (4). Le Sénat fait soumettre au *peuple* le projet de loi qui déclare la guerre aux Carthaginois (5), s'ils persistent à refuser satisfaction « *nisi de iis rebus satisfecissent* » (6). Après le vote de la loi, le Sénat envoie une nouvelle députation de cinq sénateurs à Carthage pour s'informer si le siége de Sagonte avait eu lieu du consentement du peuple carthaginois : si la réponse était affirmative, ils avaient mission de déclarer la guerre (1). Ce qui eut lieu (2).

---

(1) Liv., XXI, 6.

(2) Liv., XXI, 9. App., de reb. hisp, 11. D'après Polyb., III, 15, Hannibal les aurait reçus, mais il leur aurait donné une réponse fort hautaine.

(3) Liv., XXI, 11.

(4) Liv., XXI, 16.

(5) Liv., XXI, 17 « *Latum inde ad populum vellent juberent populo Carthaginiensi bellum indici* ».

(6) C'est la formule qui se trouve dans le sénatus-consulte soumis aux comices centuriates, pour déclarer la guerre à Persée. Liv., XLII, 30.

Déclaration de la 3ᵉ guerre punique.

Caton l'Ancien voulait la destruction de Carthage. Après que les Carthaginois eurent demandé et obtenu le secours d'Ariobarzane contre Massinissa, Caton les accusa au Sénat de violer les traités existants et de préparer la guerre contre Rome; il demanda une déclaration de guerre immédiate. Son adversaire au Sénat, Scipion Nasica, proposa d'envoyer une députation à Carthage pour examiner la situation réelle. L'avis de Nasica prévalut; mais les députés romains furent mal accueillis à Carthage, et de plus un fils de Massinissa vint dénoncer au Sénat les préparatifs que les Carthaginois faisaient pour la guerre.

Malgré l'opposition de Caton, une seconde députation, composée de dix sénateurs, fut envoyée à Carthage. Revenus à Rome, ils déclarèrent avoir vu les troupes et la flotte prêtes à la guerre.

A la suite de ces négociations, le Sénat posa l'ultimatum suivant : les Carthaginois devaient brûler leur flotte et licencier leur armée ; s'ils ne s'exécutaient pas, les consuls, après leur entrée en fonction, étaient chargés de soumettre au Sénat la question de la guerre (1).

---

(1) Liv., XXI, 18. Polyb., III, 20, dit qu'ils devaient exiger l'extradition d'Hannibal, ce qui aurait prouvé que les Carthaginois n'approuvaient pas la conduite d'Hannibal; sinon déclarer la guerre. De même App., de reb. hisp., 13. Cf. Dion Cass., fr. 55 (9).

(2) Liv., XXI, 19.

Les Carthaginois n'ayant pas accepté les conditions de l'ultimatum, la guerre fut décrétée (149 av. J.-C.) (2).

La consultation préalable du Sénat sur les questions de guerre, sans être de droit strict, était conforme au *mos majorum*. Témoin le fait suivant :

En 167 un préteur, sans y être autorisé ni par le Sénat ni par les consuls, proposa au peuple de déclarer la guerre aux Rhodiens, et de confier le commandement de l'armée d'opérations à un des magistrats en fonction. C'était, dit Tite-Live, un procédé nouveau et mauvais, car de tout temps la question de guerre avait été soumise au Sénat avant d'être portée devant les comices.

Aussi des tribuns intercédèrent-ils contre le projet de loi du préteur (3).

Quand la guerre avait été déclarée à un peuple, des questions incidentes pouvaient se présenter sur le point de savoir si le général avait le droit d'étendre les hostilités aux alliés du peuple déclaré ennemi.

En 189, le consul Cn. Manlius, accompagné d'une députation du Sénat, fut envoyé en Asie pour exécuter les dispositions du traité de paix conclu avec Antiochus, et il y fit, de sa propre autorité, la guerre aux Gallograeci. Après le retour du général (181), les députés romains qui l'avaient accompagné l'accusèrent au Sénat d'avoir outrepassé ses pouvoirs (1).

---

(1) Liv., Ep. XLVIII. App., Pun., 74. Diod. Sic., XXXII, 3.

(2) Liv., Ep. XLIX. — Voyez aussi chez Salluste (Jug., 13, 15, 21, 25-28) les négociations qui précédèrent la déclaration de guerre à Jugurtha.

(3) Liv., XLV, 21, cf. Diod. Sic., XXXI, 5.

Le proconsul justifia sa conduite par ces considérants que les Gallograeci, alliés d'Antiochus, avaient été apparemment compris dans la déclaration de guerre faite à Antiochus; que la paix avait éte conclue avec Antiochus nominativement et avec lui seul; partant que les Gallograeci étaient restés les ennemis du peuple romain, et qu'il avait eu le droit de leur faire la guerre (2).

Cette justification fut admise par le Sénat (3).

Ainsi encore, en 195, le Sénat, sans vote préalable du peuple, permet au proconsul Quinctius de faire la guerre à Nabis, tyran de Spartes, s'il croit cette opération favorable aux intérêts romains (4).

De même que le Sénat décide s'il convient de demander à un peuple étranger satisfaction d'un grief, de même c'est lui qui reçoit les députations, envoyées par des peuples étrangers, pour demander réparation de dommages causés par le peuple romain (5); et qui décide s'il faut, oui ou non, accueillir leurs demandes (6).

---

(1) Liv., XXXVIII, 45.
(2) Liv., XXXVIII, 48.
(3) Liv., XXXVIII, 50.
(4) Liv., XXXIII, 45, XXXIV, 22, 25. Justin., XXXI, 1.
(5) Liv., II, 26, IV, 7. Dionys., V, 61, VI, 35, VIII, 9.
(6) Liv, IV, 7.

§ 2. Les négociations avec l'ennemi pour la conclusion d'armistices ou de la paix.

Le droit de conclure avec l'ennemi la suspension des hostilités pour un temps déterminé (*indutiae*) appartient au général commandant en chef (1).

En règle générale, quand l'ennemi exprime le désir d'entrer en négociations avec le peuple romain pour la conclusion de la paix, le général romain lui accorde, à certaines conditions, un armistice d'un, de deux, quatre, six mois, et donne un sauf-conduit aux négociateurs, que le peuple ennemi doit envoyer au Sénat romain (2).

En effet, le général en chef n'a pas le droit de conclure avec l'ennemi une convention définitive de paix (3). Les conventions qu'il fait avec l'ennemi n'ont qu'un caractère provisoire et ne deviennent définitives que par la ratification subséquente du Sénat et du peuple. Si le Sénat ne les approuve pas, la ratification n'est pas même soumise au peuple (4).

Que si le général seul ou solidairement avec les officiers supérieurs s'est porté caution de la ratification de la convention par l'autorité compétente (*sponsio*), et si le Sénat ou le peuple ne consentent pas à cette ratification, le droit fécial prescrit l'extradition à l'ennemi de tous ceux dont la personne a été engagée. Cette extradition, votée par le peuple *ex S.-C.*, a lieu par le ministère des féciaux (*deditio per patrem patratum*) (1).

---

(1) Même des trèves d'un an : Liv., IX, 41, X, 46.

(2) Dion. Hal, IX, 17, 36, 39. Liv., VII, 22, VIII, 1, 36, IX, 43, X, 37, XXIX, 12, XXX, 16, XXXII, 36, XXXIII, 13, XXXIV, 35, 40, XXXVII, 7. Zonar., VIII, 17 (P. I, 398 C. Dind., II, 222). Polyb., XVIII, 10, 39. App., de reb. mac., 7 § 1. Sall, Jug., 104.

(3) Liv., IX, 5, 8. App., Maced, 2 § 2.

(4) Cf. Liv., Ep. LXIV : « *Postumius legatus pacem quoque adjecit ignominiosam quam non esse servandam senatus censuit.* » Eutrop., IV, 26 : « *Pax a Calpurnio Bestia* (Consul de 111) *facta, a senatu improbata.* »

On mentionne spécialement la *sponsio* faite avec les Samnites en 321 au nom des consuls, légats, questeurs et tribuns militaires (2). Le Sénat et le peuple refusèrent la ratification et décrétèrent l'extradition des auteurs de la convention (3).

En 137, le Sénat et le peuple refusèrent la ratification de la *sponsio*, conclue par le consul Mancinus avec les Numantins, et le livrèrent à l'ennemi (4).

Depuis cette époque on ne mentionne plus d'exemples d'extradition. La paix conclue en 111 avec Jugurtha par le légat A. Postumius Albinus, ne fut pas ratifiée (5); néanmoins, l'auteur de la convention ne fut pas extradé.

Cependant, le général en chef peut entrer en pourparlers avec l'ennemi et débattre les conditions de paix, *sous réserve de l'approbation du Sénat et du peuple* (6).

---

(1) M. Claudius Clineas (Glicia ?) livré aux Corses en 231 : Val. Max., VI, 3 § 3. Cf. Dion. Cass., fragm. 45. Zonar., VIII, 18 (P. I. 400 c. Dind. II, 225). Voyez la formule de la *deditio* chez Liv., IX, 10.

(2) Liv., IX, 5. App., Samnit., 4 (6).

(3) Liv., IX, 8-10, ne cite que le sénatus-consulte qui décrète leur extradition. Aulu-Gelle (N. A., XVII, 21 § 36) et Eutrope (II, 9) mentionnent aussi l'intervention du peuple. Cf. Cic., de off., III, § 109, de inv., II, § 91.

(4) Cic., de off., III, § 109, de orat., I, § 181.

(5) Liv., Epit. LXIV. Sall., Jug., 39.

(6) Polyb., I, 62, XXI, 17, 30. Cf. Liv., XXI, 18-19, XXIX, 12, XXXIV, 35, 43, XXXVII, 45. « *Cum senatus populusque Romanus pacem comprobaverint.* » cf. c. 55, XXXVIII, 10.

D'ordinaire, le général envoie directement au Sénat les députés ennemis, chargés de négocier la paix (1), et parfois, il les fait accompagner par des membres de son état-major, pour donner au Sénat les renseignements nécessaires (2).

Le Sénat examine s'il y a lieu de commencer les négociations, de les poursuivre, de débattre les propositions de l'ennemi (3).

Quand le Sénat est d'accord avec la partie adverse sur les conditions, il invite les tribuns de la plèbe à faire ratifier la paix par un plébiscite.

En effet, sans une loi ou un plébiscite, la paix ne peut être conclue définitivement (4).

---

(1) Dion. Hal., IX, 17, 36, 59. Liv., V, 27, VIII, 1, IX, 20, 40, X, 5, XXXVI, 27, 35, XXXVIII, 10. Sall., Jug., 102, 104.

(2) Liv., XXXII, 36, XXXVIII, 10.

(3) Dion. Hal., XII, 13. Liv., VIII, 1, IX, 45, XXX, 42, XXXII, 37, XXXVI, 35, XXXVII, 1, 49, XXXVIII, 3. Polyb., I, 62, XVIII, 11, XXI, 25. Plutarch., Pyrrh., 19. Zonar., VIII, 18. (P. I, 400 c. Dind, II, 225.) Sall., Jug , 104.

(4) Liv., VII, 20, IX, 5 (321). « *Negarunt consules* INJUSSU POPULI *foedus fieri posse* » IX, 20. Liv., XXI, 18 (242) « *quia neque autoritate patrum neque populi jussu ictum erat, negastis vos eo teneri.* » Cf. c 19. « *Cum in Lutatii foedere diserte additum esset, ita id ratum fore, si populus censuisset.* » Liv., XXIX, 12. Liv , XXXVII, 19 (190) « *Cui rata ista pax erit, quam sine consule, non ex auctoritate senatus, non jussu p. R. pepigerimus.... an expectaturus quid de ea re consuli placeat, quid senatus censeat aut populus jubeat.* » Dionys., VIII, 36, Polyb. I, 62, XXI, 10. « *οὔτε τὰς ναυτικὰς δυνάμεις δυνατὸν ἐπανελθεῖν δήπουθεν εἰς τὴν ἰδίαν οὔτε τὰς πεζικάς, ἐὰν μὴ πρότερον ὅ τε δῆμος ἥ τε σύγκλητος ἐπικυρώσῃ τὰ δόχθεντα.* » Paix avec Antiochus en 189 : « *Senatus eam pacem [a Scipione imperatore datam] servandam censuit et populus jussit.* » Liv. XXXVII, 55 cf. Polyb., XXI, 17, 24. Paix avec les Étoliens en 189 : « *ἁπλῶς γὰρ οὐδὲν ἦν κύριον τῶν προειρημένων, εἰ μὴ καὶ τῷ δήμῳ δόξαι τῷ τῶν*

Après que le peuple a validé par son vote le S. C. sur la paix, le Sénat nomme une commission de dix sénateurs (1) pour assister le général romain qui a fait la guerre, dans l'exécution des conditions de paix, et pour régler les questions de détail que le Sénat a laissées ouvertes (2). Les questions importantes et imprévues qui se présentent, ou celles sur lesquelles le général et les dix commissaires sont en désaccord, sont renvoyées à la décision du Sénat (3).

Après que les commissaires et le général ont fini leur mandat, les cités étrangères avec lesquelles la paix a été conclue envoient des députés à Rome pour obtenir du Sénat la ratification définitive de tous les arrangements intervenus (4).

Le Sénat veille ensuite à la stricte exécution des mesures qui ont été prises et ratifiées (5), et il envoie des députations pour aplanir les différends qui peuvent surgir dans la suite (6).

Ῥωμαίων. » Polyb., XXI, 30. « *δόξαντος δὲ τῷ συνεδρίῳ καὶ τοῦ δήμου συνεπιψηφίσαντος* » ib. 32. Sall., « Jug., 39 (110). » *Senatus decernit suo atque populi injussu nullum potuisse foedus fieri. cf. Liv. Ep., LIV.* En présence de ces témoignages explicites, on ne peut pas déduire le contraire des passages où l'intervention du peuple n'est pas expressément mentionnée. Dion. Hal., V, 49, VIII, 68, IX, 17, IX, 59, X, 21. Liv., II, 25, V, 27, VI, 26, VIII, 1, IX, 45, XXXIV, 43, XXXVIII, 11. — La mention du vote du peuple est surtout omise chez les anciens quand ils mentionnent une paix conclue pour un *certum tempus*, Dionys., IX, 17, Liv., IV, 30, VII, 20, 22, X, 37.

(1) Liv., XXX, 42, XXXIII, 24, XXXVII, 55 Polyb., I, 62, XVIII, 42, XXI, 24. App, de bell. mac, 7 § 2.

(2) Liv., XXXIII, 31, XXXVII, 56.

(3) Liv., XXXIII, 34. Polyb., XVIII, 47, XXI, 48, XXXVIII, 39.

(4) Liv., XXXIV, 57 (195 : Quinctius après la guerre de Macédoine).

(5) Liv., XXXI, 11, 19.

(6) Liv., XXXIX, 22, 24, 26, 29, 35.

Nous allons résumer les négociations préliminaires à la conclusion de certains traités de paix mémorables.

Traité de paix avec les Carthaginois après la seconde guerre punique, 203-201.

En 203, les Carthaginois envoyèrent une députation à Scipion, qui opérait comme proconsul en Afrique, pour demander la paix. Scipion leur fit connaître les conditions auxquelles il croyait possible d'obtenir la paix du peuple, et s'ils se ralliaient à ces conditions, il s'engageait à leur accorder un armistice pendant lequel ils pourraient envoyer une députation à Rome, et régler la question avec le Sénat (1).

Les députés carthaginois se rendirent en effet à Rome; mais le Sénat, persuadé que leurs offres de paix n'étaient pas sérieuses, les renvoya pour ainsi dire sans réponse (2).

La guerre fut reprise, et Hannibal fut battu à Zama.

En 202, les Carthaginois envoyèrent une nouvelle députation à Scipion (3). Scipion, de l'avis de son conseil de guerre, posa des conditions de paix beaucoup plus onéreuses, et des conditions plus dures pour obtenir une trêve de trois mois à l'effet d'aller traiter de la paix avec le Sénat romain. Les Carthaginois acceptèrent néanmoins les conditions de Scipion, et ils envoyèrent à Rome une députation que Scipion fit accompagner de trois délégués romains pour renseigner le Sénat (4).

---

(1) Liv., XXX, 16.

(2) Liv., XXX, 23. Polyb, XV, 1, 4, 8, et App., de reb. pun., 31-35, suivent une version un peu différente dans la narration de cette première partie des négociations.

(3) Liv., XXX, 36. App., de reb pun., 49.

(4) Liv., XXX, 36-38. App., de reb. pun, 53-54, 56.

C'était en l'an 201. Le Sénat était disposé à faire la paix ; mais la volonté du Sénat était contrariée par l'opposition d'un des deux consuls (1). Alors deux tribuns soumirent directement au peuple la décision de la paix et lui proposèrent de désigner une personne chargée d'en déterminer les conditions. Le peuple désigna le proconsul Scipion. Le Sénat, autorisé par le plébiscite, envoya une commission de sénateurs pour arrêter et exécuter, de concert avec Scipion (2), les conditions de paix.

Après que Scipion se fut acquitté de son mandat, il fit partir une nouvelle députation carthaginoise pour Rome à l'effet de demander au peuple la ratification des conditions qu'il avait imposées et exécutées d'accord avec le conseil les dix commissaires (3).

Traité de paix avec Philippe de Macédoine, 197-196 av. J.-C.

Après la victoire du proconsul Quinctius, en 197, le roi Philippe lui demanda la paix.

Le proconsul accorda une trève de 15 jours, et convoqua un conseil de ses légats et des chefs des peuples grecs alliés pour délibérer sur les conditions de paix à proposer au roi de Macédoine (4). Celui-ci obtint ensuite une nouvelle trève de 4 mois pour envoyer des députés au Sénat romain (5). Au commencement de 196 avant J.-C., les députés du roi de Macédoine, ceux de Quinctius et des alliés grecs sont présents à Rome (1).

---

(1) Zonar., IX, 14 (P. I, 443 B. Dind. II, 292) attribue erronément l'opposition au Sénat, et fait nommer par le peuple les *decem legati*.

(2) Liv., XXX, 42.

(3) Liv., XXX, 43.

(4) Liv., XXXIII, 12.

(5) Liv., XXXIII, 13. Polyb., XVIII, 39.

Après avoir débattu les conditions de paix et après les avoir soumises à la ratification du peuple (2), le Sénat députa un conseil de dix sénateurs, avec la mission d'exécuter les conditions d'accord avec le proconsul (3).

Le sénatus-consulte ratifié par la plèbe déterminait les conditions principales, et laissait au général, assisté de la commission des dix, le soin de régler les questions moins importantes. « *Quod tempora rei publicae postulassent, id e re publica fide sua facere atque statuere* » (4).

§ 3. LES TRAITÉS D'AMITIÉ, D'ALLIANCE ET D'HOSPITALITÉ PUBLIQUE.

Le peuple, dit Polybe, a le droit de ratifier, d'invalider ou de rompre les alliances et les conventions (5).

Cependant, toute convention internationale est d'abord soumise au Sénat, qui examine, discute, et fixe les clauses des conventions (6).

Si le traité contient une alliance défensive et offensive

---

(1) Polyb., XVIII, 42. Liv., XXXIII, 24.

(2) Polyb., l. l. Liv., XXXIII, 25.

(3) Polyb., l, l. Nous avons suivi l'ordre indiqué par Polybe, qui est plus conforme aux usages romains que celui qui est indiqué par Tite-Live, et où les X *legati* sont censés être désignés avant le plébiscite. Liv., XXXIII, 24-25.

(4) Liv., XXXIII, 31. — Une procédure identique est suivie dans la conclusion de la paix avec le roi Antiochus en 189. Liv., XXXVII, 44, 45, 55, 56, XXXVIII, 38, 39. Polyb., XXI, 17, 24, 45, 48.

(5) VI, 14.

(6) Dionys., VI, 18-21. Liv, II, 22, IV, 30, VII, 19, 38.

(*fœdus*), ou le droit d'hospitalité (*hospitium publicum*), en d'autres mots, si le traité impose au peuple romain certaines conditions ou charges déterminées, il doit, pour devenir exécutoire, être ratifié par le peuple (1).

Mais quand il s'agit d'un simple traité d'amitié ou du renouvellement d'une alliance existante (2), ou de l'extension du protectorat romain à une cité (*in sociorum formulam referre*) (3), ou du privilége de l'hospitalité publique à un étranger individuellement (4), le Sénat est compétent, sans l'intervention du peuple.

§ 4. LES RAPPORTS GÉNÉRAUX DU SÉNAT AVEC LES PEUPLES ALLIÉS ET ÉTRANGERS.

Le Sénat romain ne reçoit pas seulement les députations étrangères envoyées pour négocier les questions de paix et de guerre; mais il est consulté par le pouvoir exécutif sur toutes les questions internationales de quelque importance, sur toutes les offres, les demandes ou les plaintes que les députés des nations étrangères présentent au peuple romain.

---

(1) Polyb., I, 16. Dionys., XVII, 1, IX, 3, XXXII, 23. — Ici encore les anciens ne mentionnent parfois que l'intervention du Sénat (Liv., V, 50, VIII, 1, IX, 41), ou même que du magistrat. Liv. XXVIII, 18. A cette catégorie appartient le premier sénatus-consulte sur l'alliance des Romains et des Juifs (Jos., Ant. jud., XII, 10 § 6) qui a dû certainement être ratifié par le peuple. La ratification du peuple est encore mentionnée à propos de l'alliance conclue en 59 avec Arioviste (Dio Cass., XXVIII, 44) et avec Ptolémée, (Caes., B. C., III, 107), cf. Cic., de prov. cons., § 33, 34.

(2) Polyb., XXXI, 7, 14. Liv., Ep., XLVI, LVI. Voyez chez Mendelssohn, Act. soc. phil. lipsiensis, 1873, les différents sénatus-consultes sur les Juifs mentionnés par Josèphe, XIII, 3 § 8, 7 § 2, 9 § 2, XIV, 8 § 3, 10 § 22, etc.

(3) Liv., XLIII, 16.

(4) Liv., V, 28. A cette catégorie appartient le s. c. *de Asclepiade Polystrato Menisco in amicorum formulam referendis*, de 78 av. J.-C. (Corp. Inscr. lat., I, p. 110-111.)

Les offres de troupes auxiliaires ou d'argent (1), les propositions de soumission (2), les demandes de secours (3), du maintien de leur indépendance (4), les plaintes à l'adresse d'autres peuples (5), les demandes d'arbitrage (6), en un mot, toutes les propositions, adressées par des nations alliées ou étrangères, sont soumises à la délibération du Sénat.

Il reçoit les députations envoyées par les nations amies pour féliciter le peuple romain des victoires qu'il a remportées (7).

Il accorde ou reconnaît aux dynastes étrangers le titre de Rois et d'amis du peuple romain (8), ce qui leur assure de la part des généraux romains les égards dus à des souverains (9).

---

(1) Cf. Liv., XXXVI, 4, XLIV, 14.

(2) En 182-181 demande de soumission des Liguriens. Le Sénat laisse la décision aux consuls qui commandent l'armée en Gaule. Liv., XL, 13, 34.

(3) Liv., XXX, 26, XXXII, 8. Justin., XXVIII, 1. Polyb , XXXIII, 7, 10. Caes., B. Gall., I, 31, VI, 12.

(4) De ce genre est le s. c. *de Thisbaeis* de 170 av. J.-C., qui démontre jusqu'à quel point minutieux le Sénat réglait la condition même des villes qu'il déclarait indépendantes. Voyez au sujet de ce s. c. l'étude de Foucart, Sénatus-consulte inédit de l'année 170 av. notre ère. Paris, 1872.

(5) Liv., XXXIV, 57, XXXIX, 24. 46-48, XL, 2, XLI, 6, XLII, 5, etc. Polyb., XXV, 6.

(6) Polyb , XXXII, 17.

(7) Liv., XXXVI, 33, XXXVII, 3, XLV, 13. Polyb., XXX, 17.

(8) Liv., XXXI, 11, 19, XL, 58, XLV, 9. Dio. Cass., XXXVIII, 34. Cic., ad fam., II, 17 § 7, IX, 15 § 4, ad Att., V, 17 § 3, Verr., II, 2 § 76, p. Dejot., § 10. Caes , B. Gall., I, 3, 35, IV, 12. Bell. Alex , 67.

(9) Sall., Jug., 65.

C'est au Sénat aussi que les nations étrangères exposent les griefs dont elles ont à se plaindre de la part des généraux ou des fonctionnaires romains (1).

En 187, des députés d'Ambracie exposèrent au Sénat que le proconsul, sans motifs avouables, eut assiégé, pris d'assaut et saccagé leur cité. Le Sénat décréta la restitution de tout ce qui avait été enlevé aux Ambraciens, et maintint l'indépendance de la cité (2).

En 170, des députés d'Abdère se plaignirent au Sénat des cruautés commises par le préteur Hortensius. Les Abdérites lui avaient demandé un délai pour le payement d'une forte contribution de guerre qu'il leur avait imposée, et ils avaient exprimé le désir de pouvoir, au préalable, en référer au consul Hostilius qui dirigeait les opérations de la guerre contre Persée.

Au lieu d'accueillir leur demande, Hortensius avait pris la ville d'assaut, décapité les principaux citoyens et vendu les autres à l'encan.

Le Sénat, après délibération, notifia au consul Hostilius et au préteur Hortensius qu'Abdère avait été attaquée injustement, et il leur ordonna de rechercher les Abdérites vendus comme esclaves et de leur rendre la liberté (3).

Le Sénat veillait énergiquement au maintien de ses pouvoirs dans le département des affaires étrangères. C'est ainsi qu'en 169 il fit lire publiquement en Grèce et en Orient un sénatus-consulte qui rappelait aux peuples alliés que le Sénat seul déterminait les contributions qui leur étaient imposées (4).

---

(1) Liv, XXXIX, 54, XLIII, 6.

(2) Liv., XXXIX, 43-44.

(3) Liv., XLIII, 4.

(4) Liv., XLIII, 17. Polyb., XXVIII, 16.

§ 3. L'AUDIENCE DES DÉPUTATIONS ÉTRANGÈRES AU SÉNAT ROMAIN.

Les députés des *peuples ennemis* ne sont pas admis dans l'intérieur de la ville. Si le Sénat consent à leur accorder une audience (1), il leur fournit un logement dans la *villa publica* au Champ de Mars, et il se réunit pour les entendre dans le temple de Bellona qui se trouvait à proximité de la *villa publica* (2).

Cependant, si le Sénat a des motifs pour ne pas entrer en négociations avec l'ennemi, il refuse à ses députés l'entretien aux frais de l'État et même l'audience (3); il leur ordonne de quitter sur-le-champ les abords de la ville et d'être sortis de l'Italie dans un délai fixé (4); pendant le trajet de l'Italie, il les fait escorter et surveiller par un sénateur (5).

Il leur défend même de revenir à Rome pour renouer les négociations, sans en avoir reçu l'autorisation du général en chef qui leur fait la guerre et sans être accompagnés d'un de ses lieutenants (6).

---

(1) Cf. Sall., Jug., 28: « *Senatus a Bestia consultus est placeretne legatos Jugurthae recipi moenibus.*

(2) Liv., XXX, 21, XXXIII, 24, XLII, 36.

(3) Liv., XLV, 19.

(4) Liv., XXXVII, 1 (190). « *Legati Aetoli dimissi urbe eodem die, Italia intra quindecim dies excedere jussi.* » Cf. 49 (189), XLII, 36 (171) « *intra undecimum diem* », 48 (30 j^{rs}). App., de bell. mac., 9 (5) — ἐν πένθ' ἡμέραις ἐκ τῆς Ρώμης. Polyb., XXXII, 1, Diod. Sic., XXXI, 23, dit ἐκ τῆς Ἰταλίας. cf. Polyb., XXXIII, 8. Sall., Jug., 28; « *ut in diebus proximis decem Italia decederent.* »

(5) Liv., XLII, 36.

(6) Liv., XXXVII, 49, cf. Dion. Cass., fr. 99.

Le roi Eumène, qui pendant la guerre de Macédoine avait joué un rôle fort équivoque, débarqua à Brindes en 166, pour se rendre à Rome. Aussitôt le Sénat, pour ne pas devoir se prononcer sur sa conduite, fit voter une loi interdisant aux Rois le séjour de la ville, et il envoya un questeur à Brindes pour prévenir Eumène du vote de la loi et pour recevoir communication de la mission pour laquelle le Roi était venu (1).

Cependant cette loi n'avait été dirigée en réalité que contre Eumène : quatre ans plus tard, le roi Ptolémée le Jeune, chassé par son frère, vint implorer le secours du Sénat, et celui-ci l'accueillit avec une hospitalité extraordinaire (2).

Aux députés des peuples amis le Sénat envoie au contraire des guides pour les accompagner sur le territoire romain, et il ordonne aux communes qu'ils visitent de leur faire bon accueil (3).

Si les députés sont des personnes de distinction, le Sénat donne à un questeur la mission d'aller à leur rencontre à leur arrivée en Italie, d'être de service auprès d'eux pendant leur séjour à Rome, et de les reconduire à leur départ jusqu'à une certaine distance de la ville (4).

La personne des députés est inviolable pendant leur séjour sur le territoire romain. Ceux qui ne respectent pas cette inviolabilité, sont traduits, de l'avis conforme du

---

(1) Polyb., XXX, 20, qui raconte longuement ce fait, ne parle que du *δόγμα*, c'est à-dire du sénatus-consulte : mais l'Epitomator de Tite-Live, XLVI, témoigne que la décision du Sénat fut confirmée par une loi : « *in commune lata lex est ne cui regi Romam venire liceret.* »

(2) Val. Max., V, 1 § 1. Liv., Ep. XLVI. Polyb , XXXI, 18.

(3) Liv., XXVIII, 39.

(4) Liv., XLV, 44. Cf Val. Max., V, 1 § 1.

Sénat, devant le tribunal des féciaux (1). Si les féciaux les déclarent coupables et que le peuple ratifie la condamnation (2), ils sont extradés au peuple étranger (3).

Le jour d'audience des députations étrangères est fixé par le président du Sénat (4).

Les députés attendent dans la *Graecostasis*, près de la Curia Hostilia (5), jusqu'à ce qu'un magistrat les introduise au Sénat (6).

La parole leur est accordée par le président pour exposer leur mission (7). Ils sont obligés d'employer la langue latine; s'ils ne savent s'exprimer en latin, ils doivent se servir d'un interprète (8).

Des sénateurs leur rendaient parfois ce service (9). Plus tard, on permit aux députés grecs l'emploi de leur langue :

---

(1) Varr., de vit p R. cité par Non. Marc, v. fetiales (M., p. 529 R. p. 362).

(2) Le vote du peuple n'est pas toujours mentionné; mais d'après la Constitution romaine il semble qu'il était nécessaire. Cf. Diod. Sic., XXXVI, 15, et le récit sur la députation des Fabii. Diod. Sic., XIV, 113, App., de reb. Gall., 3. Liv., V, 35, 36. Plut., Cam., 18.

(3) Val Max., VI, 6, § 3 et § 5. Dio Cass., fr. 42, 61. Liv., XXXVIII, §42.

(4) Liv., XXIX, 16-17. Plut., Cat. maj., 22. Plin., H. N., VII, 30 (31) § 112. Scol. Bob., p. 320. (Or.)

(5) Varro, de l. l, V, p. 154 : « *sub dextra hujus* [curiae Hostiliae] *a comitio locus substructus ubi nationum subsisterent legati qui ad senatum essent missi. Is Graecostasis appellatus a parte ut multa.* »

(6) Liv., XXVI, 30.

(7) Liv, XXVI, 30.

(8) Val Max., II, 2 § 3. La réponse du Sénat était également toujours en latin Val. Max. l. l.

(9) En 155, le sénateur C. Acilius servit d'interprète à la célèbre députation des trois philosophes grecs. Gell, N. A, VI (VII), 14. Polyb., XXXIII, 2. Plut., Cat. maj., 22. Chez Macrobe, Saturn, I, 5 § 14, le sénateur s'appelle erronément Caelius.

le premier qui obtint ce privilége fut le rhéteur Molon (1).

Après que les députés ont exposé le mandat dont ils sont chargés, tout sénateur a le droit de leur poser des questions auxquelles ils sont tenus de répondre (2).

Ensuite ils sont invités à se retirer dans la *Graecostasis,* pendant la délibération du Sénat (3).

Quand la décision est prise, le président la leur fait connaître par un magistrat (4), ou il les prie de rentrer au Sénat pour en entendre la lecture (5).

Les demandes formulées par les députations étrangères étaient parfois si nombreuses et si complexes qu'il était impossible de les discuter convenablement dans la séance plénière du Sénat. Dans ce cas, le Sénat nomme ou fait nommer par le président une commission de sénateurs, et il charge celle-ci de donner aux députés une audience spéciale, d'examiner leurs demandes et d'en faire rapport au Sénat.

Ainsi, en 193, les députés, envoyés par Antiochus pour demander l'alliance du peuple romain, sont renvoyés devant Quinctius et les dix sénateurs-commissaires qui avaient exécuté les conditions de paix avec Philippe de Macédoine, et dont plusieurs avaient été en Asie auprès du roi Antiochus. Quinctius, assisté des dix commissaires, fut chargé d'entendre la députation, et de lui donner une réponse conforme à la dignité et aux intérêts du peuple romain (6).

---

(1) Val. Max., II, 2 § 3.

(2) Liv., XXX, 22, cf. XXIX, 19, XXXVII, 1, 49. App., Pun., 74.

(3) Liv., XXVI, 30, XXIX, 19, XXX, 23, XLV, 23. Sall., Jug., 13.

(4) Liv., XXX, 40, XLV, 20.

(5) Liv., XXVI, 32.

(6) Liv., XXXIV, 57. Diod. Sic., XXVIII, 13.

La conférence n'eut pas de résultat. Le lendemain Quinctius exposa au Sénat les conditions formulées par le Roi et la réponse qu'il avait donnée (1).

En 184, des députations lacédémoniennes vinrent, au nombre de quatre, exposer au Sénat des demandes diverses et contradictoires. On nomma, pour les entendre, une commission de trois sénateurs qui avaient été déjà chargés auparavant d'une mission officielle relativement au même sujet dans le Péloponèse (2).

En 170 av. J.-C., les députés thisbéens, introduits au Sénat le 9 octobre, demandèrent de pouvoir exposer eux-mêmes les mesures qu'ils désiraient voir ratifiées par le Sénat. Le Sénat chargea le préteur-président de nommer une commission de cinq sénateurs pour entendre les demandes et formuler un projet de réponse.

Le rapport fut déposé et voté en séance plénière du Sénat le 14 octobre (3).

§ 6. Les députations romaines envoyées a l'étranger.

Les membres des députations envoyées par le Sénat aux nations étrangères (*legati* (4), *oratores* (5), sont, d'après la décision du Sénat, désignés par le sort (1), ou nommés soit directement par le Sénat, soit par le président (2).

---

(1) Liv., XXXIV, 59.

(2) Polyb., XXIII, 4. Cf. XXII, 9.

(3) *Sc. de Thisbaeis*, publié par Foucart. Il faut compléter à la 9e ligne : ὅπως αὐτοὶ (διόρ)θωσ(ιν) (εἰ)ς τὰ καθ'αὐτοὺς πράγματα ἐ(ξ)ηγήσωνται (et non pas εἰςηγήσωνται).

(4) Varr., de l. l., V, 16 (23). « *Legati qui lecti publice... nuntii senatus aut populi esssent.* » Cf. VI, 69 (57) : « *ideo etiam legati quod ut publice mittantur leguntur.* »

(5) Fest., v. *oratores.* Paul. Diac., v. *adorare* : « *unde et legati oratores dicuntur qui populi mandata agunt.* »

Parfois le Sénat désigne *nominatim* une partie des députés, et fait compléter la commission par le sort ou le choix du président (3).

Le sénateur désigné a le droit de s'excuser (4).

Quel que fût le mode de désignation, le sénatus-consulte déterminait le nombre des membres de la députation et les rangs sénatoriaux dans lesquels ils seraient pris (5).

En examinant la composition des députations qui furent nommées depuis la seconde guerre punique jusque vers 166 av. J.-C. (6), on remarque que le nombre ordinaire des membres est de trois, parfois, pour des missions de moindre importance, de deux. Le nombre s'élève à cinq, quand la députation est chargée de négociations importantes ou quand elle doit visiter successivement plusieurs nations, ou enfin lorsqu'elle a une mission religieuse à laquelle il convient de donner de l'éclat. Les députations les plus nombreuses se composent de dix membres ; elles sont nommées spécialement pour exécuter, après une guerre, les conditions de paix ou l'organisation provinciale d'un pays conquis.

---

(1) Tac., Hist . IV, 8 : « *secundum vetera exempla quae sortem legationibus imposuissent ne ambitioni aut inimicitiis locus foret.* » Le tirage au sort se fait dans une urne, ib , 6.

(2) App , Bell. mithr , 6. Tac , Hist., IV. 6 : « *eligi nominatim a magistratibus juratis* » C'est présenté là comme une exception. Ces principes s'appliquent également à des députations nommées à d'autres fins.

(3) C'est ainsi qu'en 196 le Sénat désigne pour faire partie de la commission deux consulaires qui avaient exercé des commandements en Macédoine. Liv., XXIII, 24, cf. ib , 35.

(4) Cic., ad Att., II 5 § 1.

(5) Sall., Jug., 21, 25. Cic., Phil., XIII, 17 § 36.

(6) Elles sont indiquées chez Tite-Live, XXI, 6, 18, XXIII, 24, 33, XXVII, 4, 36, XXIX, 11, XXX, 26, XXXI, 2, 11, XXXIII, 47, XXXIV, 59, 62, XXXVII, 55, XXXIX, 24, 48, 54, XLI, 22, 25, XLII, 6, 17, 19, 25, 26, 35, 37, 45, XLIII, 4, 5, XLIV, 18, 19, 27, XLV, 17, 42.

Le président des députations était ordinairement du rang consulaire, parfois du rang prétorien.

Les députations de deux membres se composaient généralement d'un sénateur curule et d'un sénateur pédaire.

Dans les députations de trois membres, il y avait généralement deux sénateurs curules (1). Parfois ils appartenaient tous trois à cette classe. Les députations qui sont composées d'un sénateur curule et de deux pédaires forment l'exception.

Les députations de cinq membres comprenaient ordinairement trois sénateurs curules et deux pédaires, parfois quatre sénateurs curules. C'est surtout la composition de la députation envoyée en 205 pour chercher la statue de la Magna Mater qui nous fait connaître la répartition ordinaire des membres parmi les différents rangs sénatoriaux. Elle se composait d'un consulaire, d'un prétorien, d'un ancien édile curule et de deux *quaestorii* (2).

On est en droit de conclure de là que les commissions des X *legati* se composaient généralement de six sénateurs curules et de quatre pédaires.

Cependant la députation envoyée en Asie en 189 pour exécuter la paix conclue avec Antiochus, la seule que nous connaissions au complet, donnait aux sénateurs curules une plus belle part encore; elle comprenait trois consulaires, quatre *praetorii* et seulement trois *quaestorii* (1).

---

(1) C'était encore la règle à la fin de la République : la députation envoyée aux Gaulois en 60 se composait d'un consulaire, d'un *praetorius* et d'un pédaire. Cic., ad Att., I, 19 § 2.

(2) Liv., XXIX, 11.

Il est curieux de remarquer que même au troisième siècle de l'Empire on observait dans la composition des députations la même proportion entre les différents rangs sénatoriaux.

Une députation de vingt sénateurs, envoyée à l'empereur Maximus en 238, après la mort de Maximinus, comptait quatre consulaires, huit *praetorii*, par conséquent, douze sénateurs curules, et huit *quaestorii* (2).

Le Sénat marquait parfois par la composition de la députation son estime ou son dédain à l'égard de la nation à laquelle elle était envoyée.

Ainsi en 149 ou 148, le préteur-président, chargé par le Sénat de nommer une commission de trois membres pour réconcilier Prusias, roi de Bithynie, avec son fils Nicomède, compose la députation de telle sorte : « *ut unus ex iis multis cicatricibus sparsum caput haberet, alter pedibus aeger esset, tertius ingenio secors haberetur.* »

Aussi Caton l'Ancien disait-il que cette députation n'avait ni tête, ni pieds, ni cœur (3).

---

(1) Liv., XXXVII, 55.

(2) Jul. Cap, Max. et Balb, 12; cf. Serv. ad Aen., VII, 152 : « *ordine ab omni : ex omni qualitate dignitatum quod apud Romanos in legatione mittenda hodieque servatur.* »

(3) Liv., Ep. L. Polyb., XXXVII, 6. Diod. Sic., XXXII, 20, App, B. Mithr, 6. Plut, Cat. maj., 9.

§ 7. LA POLITIQUE DU SÉNAT AU SECOND SIÈCLE AVANT J.-C.

Ce fut pendant le second siècle avant J.-C. que le peuple romain s'assura la domination sur l'Afrique et sur l'Asie. La diplomatie du Sénat eut sur ces conquêtes une influence aussi grande que la force des armes.

Après avoir remporté des victoires décisives sur une nation ennemie et rivale, le Sénat romain ne lui ravissait pas immédiatement l'indépendance.

S'il estimait que la nation vaincue avait encore trop de vigueur, trop d'union, un désir trop vif d'indépendance, il lui imposait d'abord des conditions qui ne semblaient pas excessives, mais qui, en réalité, préparaient son esclavage.

Il défendait au peuple vaincu de contracter des alliances avec des peuples étrangers sans le consentement du Sénat romain; il limitait les forces de terre et de mer qu'il pourrait entretenir, et il accordait l'indépendance aux cités qui se prétendaient soumises illégalement à la domination de la nation vaincue.

Il brisait, s'il en avait l'occasion, l'unité nationale pour reconnaître l'indépendance à chaque cité, à chaque canton.

Ce fut la politique adoptée par le Sénat romain à l'égard de la Macédoine, de la Grèce et de la Syrie.

Les sénatus-consultes sur la paix avec Philippe de Macédoine en 197-196 et avec Antiochus en 190-189, montreront cette politique en action.

Conditions de paix avec Philippe de Macédoine.

Outre les contributions de guerre, la reddition des prisonniers, des transfuges et des navires de guerre, les Romains imposèrent les conditions suivantes :

Le Roi de Macédoine ne pourra faire la guerre hors de son royaume, sans le consentement du Sénat romain.

Il perd certaines parties de la Macédoine et de l'Illyrie qui sont rendues à la liberté ou à des princes indigènes (1); il devra retirer ses troupes de toutes les villes grecques en Europe et en Asie, et livrer ces villes aux Romains avant l'époque des jeux isthmiques (2).

L'indépendance complète est concédée à toutes les villes grecques, sauf à Corinthe, Chalcis et Demetrias, dont le sort était laissé à la décision des dix commissaires.

Ceux-ci décidèrent que Corinthe serait rendue à la ligue achéenne, sous la réserve du droit de garnison que les Romains conservaient dans la citadelle, que Chalcis et Demetrias seraient retenues par les Romains jusqu'à ce qu'on n'eût plus à craindre une descente d'Antiochus de Syrie (3).

L'île d'Egine est concédée au roi Attalus, Stratonicea et d'autres villes de la Carie, aux Rhodiens; Lemnos, Imbros, Delos et Scyros, aux Athéniens (4).

Aux jeux isthmiques, le proconsul Quinctius proclama, au nom du Sénat et du peuple romain, la liberté et l'immunité des peuples grecs (5).

---

(1) Liv., XXXIII, 34. Polyb., XVIII, 47.

(2) Liv., XXXIII, 30. Polyb., XVIII, 44, App., Maced., 7 (2).

(3) Liv., XXXIII, 31. Polyb., XVIII, 45.

(4) Val. Antias, cité par Liv., XXXIII .30.

(5) Liv., XXXIII, 32. Polyb., XVIII, 46. App., Mac., 7 (2). Val. Max., IV, 8 § 5. Plutarch., Tit., 10. Voyez aussi les conditions de la paix avec les Étoliens en 189. Liv., XXXVIII, 11. Polyb., XXI, 32.

Conditions de paix avec Antiochus, 190-189.

Le royaume d'Antiochus sera borné par le mont Taurus et le fleuve Halys, et le roi de Syrie ne pourra faire la guerre à ses voisins occidentaux (1).

L'Asie mineure, qui avait été soumise par Antiochus, sera partagée entre Eumène, fils d'Attale, et les Rhodiens; la liberté sera rendue aux cités grecques de l'Asie (2).

Après avoir affaibli les puissances rivales, le Sénat s'immisçait continuellement dans leurs affaires intérieures. Pour toute question de quelque importance, elles étaient obligées d'envoyer des députés au Sénat. Le Sénat, de son côté, envoie d'année en année des députations en Grèce, en Macédoine, en Asie, en Egypte, en Afrique, pour inspecter la situation et en faire rapport au Sénat (3). Il entretient la jalousie entre les cités et les royaumes voisins, et se fait l'arbitre de leurs querelles; il excite des différends et intervient ensuite sous le prétexte de les aplanir; il suscite les compétitions aux trônes et décide les questions de successions (1).

---

(1) Liv., XXXVIII, 38. Polyb., XXI, 43, 48.

(2) Liv. XXXVIII, 55-56. Polyb., XXI, 24. Vell. Paterc , II, 38 § 5.

(3) Députations en Grèce et en Macédoine en 208 (Liv., XXVII, 33), en 203 (Liv., XXX, 26), 186 (Liv., XXXIX, 24), 184 (Liv., XXXIX, 48), 176 (Polyb., XXV, 6), 174 (Liv., XLI, 22 et 23), 173 (Liv., XLII, 3, 6), 171 (Liv., XLII, 37), 164 (Polyb., XXXI, 6, 9), 162 (Polyb., XXXI, 23), 147 (Polyb., XXXVIII, 7, 8, 9). Députations en Asie en 193 (Liv., XXXV, 17), 186 (XXXIX, 22), 184 (Liv., XXXIX, 51, 56), 182 (XL, 2), 181 (Liv., XL, 20), 178 (Polyb., XXV, 4), 172 (Liv., XLII, 19), 171 (ib., XLII, 30), 171 (ib., 43), 167 (Liv., XLV, 44), 163 (Polyb., XXXI, 3), 164 (ib., 6, 7, 9), 162 (ib., 19, 23), 156 (ib., XXXII, 28), 154 (ib , XXXIII, 9, 12, 13), 153 (ib., 15), 149 (ib., XXXVII, 6), vers 127 (Diod. Sic., XXXIII, 28a), etc. Députations en Egypte en 201 (Liv., XXXI, 2), 196 (Liv., XXXIII, 39), 173 (Liv., XLII, 6), 168 (Liv., XLIV, 19), 162 (Polyb., XXXI, 18), 161 (ib., XXXII, 1), 154. (ib., XXXIII, 8) Députations en Afrique en 200 (Liv., XXXI, 11), 193 (Liv., XXXIII, 47), 193 (ib., XXXIV, 62), 182 (ib., XL, 17), 171 (Liv., XLII, 33), 153 (Liv., Ep., XLVIII), etc.

Après avoir habitué ainsi les cités étrangères à l'intervention romaine de tous les moments et dans toutes les questions, après avoir fractionné les grandes monarchies, dissout les alliances et les ligues nationales, il choisit le moment opportun pour intervenir par la force armée (2); il enlève les derniers vestiges d'indépendance et transforme le pays en province romaine.

A mesure que le théâtre de la guerre s'éloignait de Rome, il devenait plus difficile pour le Sénat d'exercer sur les actes des généraux en chef un contrôle continuel.

Aussi ceux-ci acquirent-ils dès lors, dans leurs relations avec les peuples voisins, amis ou ennemis, une plus grande indépendance.

Les premiers symptômes de ce fait se rencontrent dans les guerres des généraux romains avec Mithridate, roi du Pont.

Le Sénat envoya une députation en Asie pour rétablir sur leurs trônes les rois de Bithynie et de Cappadoce, chassés par Mithridate, et il ordonna au gouverneur d'Asie, L. Cassius, de seconder les députés dans leur mission.

---

(1) Voyez le s. c. sur la reconnaissance d'Alexandre et de Laodicée comme successeurs d'Antiochus en 152 (Polyb., XXXIII, 18). Cf. Polyb., XXXI, 12, XXXII, 1, XXXIII, 8. Diod. Sic, XXXIII, 28a. Liv., XLIV, 19. Justin., XXX, 2.

(2) Cf. Polyb., XXXVIII, 7-9.

Ceux-ci ne se contentèrent pas d'exécuter le mandat dont ils avaient été chargés ; mais ils entreprirent, malgré les protestations de Mithridate, et sans en avoir été autorisés par le Sénat et par le peuple, la guerre contre Mithridate (1).

La guerre ne fut votée par le peuple que lorsqu'elle était déjà déclarée par les généraux romains (2).

La guerre contre Mithridate fut ensuite conduite successivement par Sulla, Muraena, Lucullus et Pompée. Bien que ces généraux, dans leurs négociations avec l'ennemi, invoquent, quand ce prétexte leur est utile, la nécessité de faire légaliser leurs conventions par le Sénat (3), en réalité, ils agissent en tout d'après leur bon vouloir (4).

Sulla fait la paix avec Mithridate aux conditions qu'il détermine lui-même (5). Muraena ne respecte pas la convention faite par Sulla, sous le prétexte qu'elle n'était pas écrite (6) ; et Sulla dut envoyer un député spécial, A. Gabinius, pour intimer à Muraena l'ordre de cesser la guerre (7). L. Lucullus contracte des conventions d'amitié et d'alliance avec des Rois (8), il fait la guerre au roi d'Arménie et il se dispose à attaquer les Parthes (9).

Sa conduite excite, il est vrai, les clameurs des démocrates à Rome, et amène l'envoi d'un successeur (1), mais Lucullus n'est nullement poursuivi pour abus de pouvoirs.

---

(1) App., Bell. Mithr., 11-17.

(2) App., Bell. Mithr., 22.

(3) Cf. App., Bell. Mithr., 55, 106.

(4) Cf. Plut, Sull., 22, 24. Dio., Cass., fr. 105 (4). Gran. Lic., p. 33-35 (Bonn.) App., Bell. Mithr., 60, 64.

(5) App., Bell. Mithr., 55, 58, 60.

(6) App., Bell. Mith, 64.

(7) App., Bell. Mithr, 66.

(8) Liv., Ep. XCVIII Plutarch, Lucull., 24.

(9) Plut., Luc., 24, 30-31.

Pompée en Asie (2) et César (3) dans les Gaules concluent des conventions, reçoivent des députations et déclarent la guerre sans s'adresser au Sénat pour chaque mesure qu'ils prennent.

D'ailleurs, au dernier siècle de la République, le rôle diplomatique du Sénat avait perdu singulièrement de son importance. Après la défaite de Mithridate, il n'y avait plus de peuple qui pût traiter d'égal à égal avec Rome (4). Il y a encore de nombreuses députations reçues par le Sénat; mais ce sont surtout des députations de villes provinciales, venant demander au Sénat quelque exemption ou quelque privilége, ou seulement lui exprimer leurs hommages (5).

---

(1) Plut., Luc , 24, 33.

(2) Diod. Sic., XL, 2. Vell. Pat., II, 37.

(3) Suet., Caes , 24, 28.

(4) Vell. Pat., II, 40.

(5) Aux relations internationales se rapportent différents fragments de s. c. conservés : celui *ad Delphos* de 186 (Le Bas, nº 832, b), *ad Thisbaeos* de 170 (Foucart), aux Samiens de 136 (Le Bas et Waddington, Voyage en Asie Min., nº 195-198), à Astypalée (Corp. I. gr , T. II, nº 2485), et à Aphrodisias vers 36 (Le Bas et Waddington, nº 1627).

* * *

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 8 novembre 1877.

M. **Alvin**, directeur, président de l'Académie.
M. **Liagre**, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. L. Gallait, Guill, Geefs, Eug. Verboeckhoven, Jos. Geefs, C.-A. Fraikin, Éd. Fétis, Edm. De Busscher, Alph. Balat, le chevalier L. de Burbure, J. Franck, Gust. De Man, Ad. Siret, J. Leclercq, Ernest Slingeneyer, Alex. Robert, Adolphe Samuel, Ad. Pauli, G. Guffens, *membres;* Alex. Pinchart, *correspondant.*

M. Mailly, *membre de la classe des sciences,* assiste à la séance.

M. le directeur, avant la lecture de la correspondance, annonce à la classe qu'il a des nouvelles rassurantes à donner au sujet des suites de l'accident arrivé à M. Portaels, l'honorable vice-directeur.

Il fait part, ensuite, de la mort de M. le baron Guillaume, membre de la classe des lettres, décédé subitement hier, mercredi, à 3 heures de l'après-midi. Il invite les membres de la classe à assister aux funérailles du défunt.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur fait parvenir, conformément aux dispositions du règlement des grands concours, une copie du dixième rapport semestriel de M. Cuypers, lauréat du grand concours de sculpture de 1872.

Ce document est renvoyé à l'examen de MM. Joseph Geefs et Fraikin.

PROGRAMME DE CONCOURS POUR 1879.

La classe s'est occupée du programme de concours pour 1879, dont la rédaction définitive sera arrêtée dans sa prochaine séance.

— Elle s'est constituée ensuite en comité secret, pour prendre connaissance de la liste des candidatures aux places vacantes, arrêtées par les sections.

◆

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Chalon (*R.*). — Curiosités numismatiques. Monnaies et jetons rares ou inédits. 23me article. Bruxelles; broch. in-8°.

Chalon (*R.*). — Discours prononcé le 1er juillet 1877, en assemblée générale de la Société royale de numismatique. Bruxelles; broch. in-8°.

Crépin (*François*). — Guide du botaniste en Belgique.

(Plantes vivantes et fossiles). Bruxelles, Paris, 1878; vol. in-18.

de Koninck (*L.-G.*). — Recherches sur les fossiles paléozoïques de la Nouvelle-Galles du Sud, avec planches. Bruxelles, 1876-77; br. in-8° et atlas in-4°.

Henry (*Louis*). — Précis de chimie générale élémentaire. Leçons professées à l'Université de Louvain, 2^me^ édition, tome III. Louvain, 1877; vol. in-8°.

Kervyn de Lettenhove (*le baron*). — Récits d'un bourgeois de Valenciennes (XIV^e^ siècle). Louvain, 1877; vol. in-8°.

Morren (*Édouard*). — Liste des jardins, des chaires et des musées botaniques du monde, 5^me^ édition. Liége, 1877; br. in-8°.

Cocheteux (*Th.*). — Études sur les mines militaires. Liége, 1877; vol. in-8°.

U. W. M. — De l'identité de la matière. Une hypothèse. Louvain, 1877; br. in-8°.

Laurent (*A.*). — Abus des boissons alcooliques. Bruxelles, 1877; br. in-16.

Deschamps (*Arsène*). — Discours sur le respect, prononcé à la distribution des prix aux lauréats du concours général de l'enseignement moyen, le 25 septembre 1877. Bruxelles, 1877; extrait in-8°.

Vandenpeereboom (*Alph.*). — Essai de numismatique yproise. Bruxelles, 1877; in-8°.

Du Moulin (*le Dr.*). — Sur l'action locale des acides dilués. Bruxelles, 1877; extr. in-4°.

Fredericq. — Contributions à l'étude des Échinides. Extr in-8°.

Mac-Leod (*Jules*). — Cristaux de phosphate ammoniacomagnésien sur les replis d'un python. Extr. in-8°.

Petermann (*A.*). — Recherches sur les graines originaires des hautes latitudes. Bruxelles, 1877; br. in-8°.

Institut archéologique liégeois. — Bulletin, tome XIII. Liége, 1877; vol. in-8°.

Académie d'archéologie de Belgique. — Annales, tome XXXIII, 2me et 3me livraisons. Anvers, 1877; in-8°.

Société archéologique de Namur. — Annales, tome XIV, 1re livraison. Namur, 1877; in-8°.

Académie royale de médecine. — Mémoires couronnés et autres mémoires, tome IV, 2me fasc. — Bulletin, n° 8 de 1877. Bruxelles; in-8°.

Université de Liége. — Cliniques universitaires. Rapport au conseil communal. Liége, 1877; br. in-8°.

ALLEMAGNE ET AUTRICHE-HONGRIE.

Clausius (R.). — Die Potentialfunction und das Potential. 3me édition. Leipzig, 1877; broch. in-8°.

Scheffler (Dr. Hermann). — Die Naturgesetze und ihr Zusammenhang mit den Prinzipien der abstrakten Wissenschaften : I. Theil : Die Theorie der Anschauung oder die mathematischen Gesetze ; II. Theil : Die Theorie der Erscheinung oder die physischen Gesetze. Leipzig, 1876-1877; 4 vol. in-8°.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. — Verhandlungen, sitzungen vom Mai-Juli. — Zeitschrift, XII. Bd. 3-5. Heft. Berlin, 1877 ; in-8°.

Akademie der Wissenschaften, Wien. — Sitzungsberichte : Philos.-histor. Classe, LXXXII. Bd. Heft 3; LXXXIII. Bd. Heft 1-4. Mathem.-naturwiss. Classe, erste Abtheilung, LXXXIII. Bd. Heft 1-5; LXXXIV. Bd. Heft 1-2. Zweite Abtheilung, LXXXIII. Bd. Heft 4-5 ; LXXXIV. Bd. Heft 1-2. Dritte Abtheilung, LXXXIII. Bd. Heft 1-5. — Archiv für österreichische Geschichte, LIV. Bd. Heft 2. — Diplomata et acta, XXXIX. Bd. Vienne, 1876; in-8°.

Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin. — Sitzungsberichte. Jahrgang 1876. Berlin; in-8°.

K. statistisch-topographisches Bureau. — Würtembergische Jahrbücher, 1876, Heft 1-4; 1877, Heft 3. — Beschreibung des Oberamts Spaichingen. Stuttgart, 1876-77; 5 br. gr. in-8°, 1 br. in-8°.

Societa adriatica di scienze naturali in Trieste. — Bollettino, tome III, n° 2. Trieste, 1877; in-8°.

Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. — 54. Jahresbericht. Breslau, 1877; in-8°.

Verein für Erdkunde zu Dresden. — XIII. und XIV. Jahresbericht. Dresde, 1877; br. in-8°.

Zoologische Gesellschaft in Frankfurt a. M. — Der zoologische Garten XVIII. Jahrgang, N^os 1-3. Francfort, 1877; in-8°.

K. k. Sternwarte in Wien. — Annalen, XXVI. Bd. 1876. Vienne, 1877; in-8°.

FRANCE.

Bouvet (*A.*). — Étude sur la dissociation ou décomposition de l'eau. Paris, 1877; br. in-4°.

Chatel (*Victor*). — Association des instituteurs de la zone communale de Valcongrain, Bulletins n^os 1-12, février 1876 à janvier 1877. Caen 1876; vol. pet. in-8°.

De Backer (*Louis*). — L'extrême Orient au moyen âge, d'après les manuscrits d'un Flamand de Belgique et d'un prince d'Arménie. Paris, 1877; 1 vol. in-8°.

GRANDE-BRETAGNE.

Institution of civil engineers. — Minutes of proceedings, 1876-77, 4^me partie. Londres, 1877; vol. in-8°.

Meteorological department of India. — Memoirs, vol. I, part. 1. — Report of the meteorology of India in 1875. — Report of the Vizagapatam and Backergunge cyclones of october 1876. — Report on the administration of the department in 1875-76. Calcutta; in-4°.

Royal historical Society. — Transactions, vol. VI. Londres, 1877; vol. in-8°.

Statistical Society. — Journal, septembre 1877. Londres; in-8°.

Edinburgh geological Society. — Transactions, tome III, 1re partie. Édimbourg, 1877; in-8°.

ITALIE.

Société entomologique italienne. — Bulletin, 2me trimestre de 1877. Florence; br. in-8°.

Società dei naturalisti in Modena. — Annuario, 10me année, 4me fasc. — 11me année, 1er et 2d fasc. Modène, 1877; 2 br. in-8°.

Accademia d'agricultura arti e commercio di Verona. — Memorie, 2me série, tome LIV, 2d fasc. Vérone, 1877; in-8°;

Tommasi (Donato). — Ricerche fisico-chimiche sui differenti stati allotropici dell' idrogeno.

Capellini (G.). — Balenottere fossili e pachyacanthus dell' Italia meridionale. Rome, 1877; br. in-4°.

Lorenzoni (G.). — Giovanni Santini, la sua vita e le sue opere. Discorso. Padoue, 1877; br. in-8°.

R. Accademia delle scienze di Torino. — Atti, vol. XII (novembre 1876-juin 1877). Turin; in-8°.

Osservatorio della regia universita di Torino. — Bollettino, anno XI, 1876. Turin, 1877; in-4°.

R. Istituto lombardo di scienze e lettere. — Rendiconti, 2me série, tome IX. — Memorie, tome XIII, fasc. 5 de la classe des lettres; tome XIII, dernier fasc. de la classe des sciences. Milan, 1 vol. in-8° et 2 br. in-4°.

Dattino (Battista). — Il trigregno di Pietro Giannone. Naples, 1876; br. in-8°.

Carrara (*Fr.*). — Programma del corso di diritto criminale, parte generale, volumes I et II. Lucques, 1877; 2 vol. in-8°.

Accademia fisio-medico-statistica di Milano. — Atti, XXXIIIe année. Milan, 1877; in-8°.

PORTUGAL.

Rodrigues (*Jos.*). — La section photographique et artistique de la direction générale des travaux géographiques du Portugal. Lisbonne, 1877; br. in-8°.

Section photographique à Lisbonne. — Fac-simile obtido pelos processos da secçao photographica da direccao geral dos trabalhos geodesicos das dez primeiras paginas da obra abaixo designada existente na bibliotheca da Academia de Lisboa. Lisbonne, 1877; 1877; in-4°.

RUSSIE.

Société finlandaise des sciences, à Helsingfors. — Bidrag till Kännedom af Finlands natur och Folk, livraisons 59-61. — Ofversigt af förhandlingar 1875-1876. — Observations météorologiques, 1874. Helsingfors, 1876-1877; 5 br. in-8°.

Gesellschaft für Literatur und Kunst zu Mitau. — Sitzungs-Berichte für 1876. Mitau, 1877; br. in-8°.

Société impériale des naturalistes, à Moscou. — Bulletin, n° 1 de 1877. Moscou; in-8°.

Weihrauch (*Dr Karl*). — Zehnjährige Mittelwerthe (1866-1875) nebst neunjährigen Stundenmitteln (1867-1875) für Dorpat. Dorpat, 1877; extrait in-8°.

Bastin (*J.*). — Étude philologique de la langue française ou grammaire comparée et basée sur le latin, 1re partie. St-Pétersbourg, 1877; vol. in-8°.

Société impériale des naturalistes de Moscou. — Bulletin, n° 2 de 1877. Moscou; in-8°.

SUÈDE.

Holmgren (*F.*). — De la cécité des couleurs dans ses rapports avec les chemins de fer et la marine. Stockholm; in-8°.

Waern (*C.-Fr.*). — Minnesteckning öfver Augustin Ehrensvärd. Stockholm, 1876; br. in-8°.

—

SUISSE.

Commission géodésique fédérale. — Nivellement de précision de la Suisse, 6^{me} livr. Genève, 1877; br. in-4°.

Trafford (*F.-W.-C.*). — Amphiorama ou la vue du monde. Lausanne, 1877; br. in-8°.

Société vaudoise des sciences naturelles. — Bulletin, 2^{me} série, tome XV. Lausanne, 1877; in-8°.

Favre (*Alph.*). — Rapport du président de la Société de physique pour 1876-77. Genève; extr. in-4°.

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

1877. — N° 12.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 1er décembre 1877.

M. Maus, directeur.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents: MM. J.-C. Houzeau, vice-directeur ; J.-S. Stas, L. de Koninck, P.-J. Van Beneden, Edm. de Selys Longchamps, Gluge, Melsens, F. Duprez, Ern. Quetelet, Ern. Candèze, F. Donny, Ch. Montigny, Steichen, Éd. Morren, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Folie, F. Crépin et Éd. Mailly, *membres ;* E. Catalan, *associé;* F.-L. Cornet, Ch. Van Bambeke, G. Van der Mensbrugghe, Alf. Gilkinet et M. Mourlon, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

MM. les questeurs du Sénat et de la Chambre des représentants envoient des cartes de tribune réservée pour la session législative 1877-1878. — Remercîments.

— L'Association britannique pour l'avancement des sciences annonce qu'elle ouvrira sa 48me session à Dublin, le 14 août 1878.

— La Société de physique et d'histoire naturelle de Genève envoie le programme du concours ouvert pour le prix fondé par A.-P. de Candolle pour la meilleure monographie d'un genre ou d'une famille de plantes; le délai pour la remise des manuscrits expirera avant le 14 octobre 1879.

— L'Université d'Upsal offre un exemplaire, en bronze, de la médaille frappée à l'occassion du 400me anniversaire de sa fondation.

— Les établissements scientifiques dont les noms suivent ont fait parvenir leurs dernières publications :

La Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, l'Institut lombard des sciences et des lettres de Milan, l'Académie des sciences de Turin, l'Université deFribourg e/ Brisgau, l'Université d'Upsal et l'Institut des sciences, des lettres et des arts de Venise.

— La classe reçoit, à titre d'hommage, les ouvrages suivants, au sujet desquels elle vote des remercîments aux auteurs :

1° *Des paratonnerres à pointes, à conducteurs et à raccordements terrestres multiples ; description détaillée des paratonnerres établis sur l'hôtel de ville de Bruxelles en* 1865 ; par M. Melsens. Broch. petit. in-4° ;

2° *Guide du botaniste en Belgique;* par M. Fr. Crépin. Volume in-18 ;

3° *Sur le relief du sol en Belgique après les temps paléozoïques;* par MM. Cornet et Briart. Broch. in-8° ;

4° *Notice sur le Bassin houiller limbourgeois;* par M. Cornet. Broch. in-8°.

— Les travaux manuscrits dont les titres suivent, sont renvoyés à l'examen de commissaires :

1° *Études sur la planète Mars* (11^me^ notice); par M. F. Terby. — Commisssires : MM. Houzeau, Quetelet et Liagre ;

2° *Navigation aérienne. Théorie du mouvement vertical de l'aérostat;* par M. Ch. Plön. — Commissaires : MM. Montigny, Duprez et Melsens ;

3° *Recherches sur les minéraux belges* (3^me^ notice) : *Sur la présence de l'apatite cristallisée dans l'étage salmien;* par M. Luc. de Koninck. — Commissaires : MM. Cornet et Mourlon ;

4° *Sur le pouvoir pénétrant des objectifs à immersion ;* par M. Brachet. — Commissaire : M. Van der Mensbrugghe.

— M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la lettre suivante, de M. Chasles, relative à une communication de M. L. Saltel, sur la théorie des deux caractéristiques.

Paris, 17 novembre 1877.

MONSIEUR LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL,

Le tome XLII des Bulletins de l'Académie renferme une communication de M. Saltel (séance du 21 octobre 1876), qui me concerne. Je connaissais ce travail depuis le mois de février de l'année courante; mais je ne m'en préoccupais nullement, ne pensant pas qu'il eût pu donner lieu à un Rapport *approbatif*, surtout séance tenante, « après un examen *rapide* », comme le dit le Rapport. L'Académie me permettra sans doute de l'éclairer à ce sujet; et j'ai l'honneur de vous adresser ma réponse à ce Rapport, en priant l'Académie de vouloir bien l'insérer dans le recueil de ses séances.

I. Le Rapport sur la communication de M. Saltel, concernant ma théorie des deux caractéristiques d'un système de coniques, me met dans la nécessité de déclarer que les prétendues erreurs, signalées dans mes théorèmes, n'existent point. Il eût été facile, sans même vérifier les raisonnements analytiques sur lesquels l'auteur fondait ses critiques, de reconnaître qu'elles devaient être bien entachées d'erreurs. Ainsi, on y lit: « Le nombre des paraboles d'un système de coniques n'est pas toujours égal à ν. » Si cela était fondé, il en résulterait que le nombre des coniques tangentes à une droite quelconque, prise à volonté, n'est pas toujours égal à ν : car, par une transformation homographique, cette droite pourrait devenir la droite de l'infini; et réciproquement, la droite de l'infini peut devenir une droite à distance finie.

Un autre passage, étranger à mes théorèmes, aurait pu faire aussi impression sur MM. les Commissaires de l'Académie, et les mettre en garde contre la séduction des raisonnements analytiques de l'auteur. On y lit en effet : « Nous sommes en mesure de prouver que toutes les formules fondamentales de la thèse de M. Maillard sont » absolument fautives. » Or, il s'agit d'une excellente thèse pour le doctorat, admise avec éloges par la Faculté des sciences de Paris, et dont les résultats se trouvent confirmés par un autre excellent travail sur le même sujet, de M. Zeuthen, Géomètre et Professeur très-distingué de l'Université de Copenhague. N'y avait-il pas lieu de demander à M. Saltel de justifier de pareilles assertions, *surtout quand il avait imprimé tout le contraire quelque temps auparavant* (1) ?

Une troisième considération encore : c'est que M. Saltel, en déclarant inexacte l'expression de mes théorèmes, ne donne point l'expression exacte qui répondrait aux conditions précises de la question. N'y avait-il pas là à douter des raisonnements de l'auteur, et une marque d'impuissance actuelle à rectifier mes théorèmes, et conséquemment à traiter cet ordre de questions ?

II. Quant à mes théorèmes, ils ont tous pour objet de trouver une propriété du système de coniques défini par deux nombres μ et ν, dont le premier est le nombre des coniques qui passent par un point quelconque, et le second est le nombre des coniques qui touchent une droite quelconque. C'est une fonction de ces deux nombres, indépendants l'un de l'autre, qui doit satisfaire à une condition unique. Après qu'on a obtenu cette fonction, on peut donner aux deux caractéristiques μ et ν telles valeurs que l'on veut. Et l'on ne doit point s'imposer, indépendamment de la condition unique qui fait le sujet de la question, une autre condition particulière relative à quelque partie de l'énoncé général; car on aurait alors à satisfaire à deux conditions, au lieu d'une, et la démonstration ainsi que l'expression du théorème seraient différentes, comme je l'ai dit formellement dans l'exposé de la méthode, dont je reproduis ce passage :

---

(1) En effet, M. Saltel, après avoir nommé MM. de Jonquières, Chasles, Zeuthen et Maillard, ajoute : « Nous engageons le lecteur à lire la belle » thèse de ce dernier Géomètre. (Elle n'exige, pour être lue, que la con- » naissance des premières leçons de la *Géométrie supérieure.*) » Voir Notice des travaux mathématiques de M. Saltel. Chatellerault, le 8 février 1876.

> « Nous rappellerons que dans toutes les parties de la méthode que
> » nous avons exposée, dans tous les théorèmes, comme dans toutes les
> » formules qui s'y rapportent, nous avons supposé que les conditions z,
> » z', .. de chaque système avaient entre elles une entière indépendance......
> » Lorsqu'il existe entre les données z, z', .. certaines dépendances, qu'on
> » appelle en général des cas particuliers ou des conditions subsidiaires,
> » les résultats sont différents, et ne peuvent pas se conclure immédiate-
> » ment des formules primitives. Il faut traiter directement ces cas parti-
> » culiers, mais par la méthode générale (1). »

Voilà comment ma théorie des deux caractéristiques, exposée en 1864 dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie,* et appliquée à de très-nombreux théorèmes, a été comprise et accueillie jusqu'ici par tous les géomètres, excepté un seul, M. Saltel.

III. Je passe au Rapport même de MM. les Commissaires. Auraient-ils pensé, comme M. Saltel, qu'une communication, faite au Congrès de Clermont-Ferrand, devait infirmer la plupart, ou quelques-uns de mes théorèmes ? Il y aurait là une erreur manisfeste.

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie,* séance du 22 avril 1864, t. LIX, p. 356.

En effet mes théorèmes dérivent d'un seul procédé de démonstration, le *principe de correspondance*, démontré à cet effet, et appliqué à de très-nombreuses questions. Or, il est des questions auxquelles le raisonnement, c'est-à-dire le principe de correspondance, ne s'applique pas; et la question de Clermont-Ferrand en est une. Elle est donc étrangère à l'ordre des questions que j'ai traitées, et ne pouvait point être opposée à ma méthode.

IV. Je pourrais m'en tenir là. Mais, que l'Académie veuille bien me permettre de citer le passage où j'ai prévenu cette éventualité d'une question à laquelle ne s'appliquerait point ma méthode.

Voici ce qu'on y lit : « Quant au procédé général, qui,
» par la considération de deux séries de points qui se cor-
» respondent sur une droite, fait connaître immédiatement
» le nombre $\alpha\mu + \beta\nu$ des coniques du système (μ, ν), qui
» satisfont à une condition Z, il se pourrait que quelque
» condition, *par exemple, de grandeur linéaire ou de*
» *superficie,* ne donnât pas lieu aux deux séries de points
» nécessaires, et qu'il fallût recourir aux méthodes ana-
lytiques (1). »

Or, évidemment, la question qu'on a cru pouvoir m'opposer, et qui exprime une condition de *grandeur de sinus,* est bien de celles auxquelles ne s'applique pas le principe de correspondance. Elle est donc étrangère à ma méthode, et au genre de théorèmes que j'ai entrepris de démontrer. Je pense que Messieurs les Commissaires de l'Académie le reconnaîtront.

---

(1) *Rapports sur les progrès de la géométrie*, 1870, p. 264. M. Saltel a connu ce passage; car il cite la page 258 qui se rapporte au même sujet.

V. Je n'ai plus que quelques mots à ajouter. L'Académie ignore peut-être que M. Saltel a exposé sa réfutation de mes théorèmes, à la *Société mathématique* de Paris, dans sa séance du 4 avril de cette année, et qu'aussitôt deux Membres, MM. Halphen et Fouret, lui ont montré ses erreurs.

Depuis, je dois le dire, il a consulté M. de Jonquières, qui, par une lettre du 25 avril (publiée par M. Saltel, avec autorisation), lui a adressé des félicitations et une adhésion complète à ses jugements.

J'ose espérer, Monsieur le Secrétaire perpétuel, que l'Académie voudra bien insérer, dans le *Bulletin* de sa prochaine séance, cette rectification du jugement porté, sur ma théorie des deux caractéristiques, par M. Saltel, et approuvé par MM. les Commissaires de l'Académie.

MM. Folie et Catalan donnent les explications suivantes au sujet de cette communication :

Observations de M. Folie.

Je propose à la Classe d'accueillir avec reconnaissance la communication de notre illustre confrère; je le fais d'autant plus volontiers que je me suis borné, dans mon Rapport sur la Note de M. Saltel, à appuyer les conclusions de M. Catalan, en me fondant sur ce qu'une simple lecture de cette Note m'avait fait reconnaître l'exactitude de *certains* résultats avancés par le jeune Géomètre; et je ne pense pas que notre illustre confrère la conteste expressément dans sa lettre.

Mais je ne prétendais, en aucune façon, assumer la responsabilité des résultats avancés, sans démonstration, par M. Saltel; et, si j'avais eu le loisir de les examiner avec attention, j'eusse certainement proposé à la Classe de n'ordonner l'impression du travail qu'après que l'auteur les en aurait fait disparaître.

J'étais, au reste, tellement éloigné d'admettre ses critiques contre la théorie des caractéristiques, qu'ayant eu à examiner depuis lors un travail plus développé (1), dans lequel il attaquait un grand nombre de résultats de cette théorie, j'ai proposé à la Classe, elle s'en souvient, de renvoyer ce travail à l'auteur, ne trouvant pas suffisantes les preuves qu'il apportait à l'appui de ses critiques.

Observations de M. Catalan.

Quand j'ai proposé, à la Classe, d'imprimer la communication de M. Saltel, je n'ai prétendu, en aucune façon, *approuver* les critiques formulées par l'auteur. Mon but a été, simplement, celui-ci : mettre, sous les yeux du public savant, les pièces du débat soulevé entre notre illustre Confrère et un jeune Géomètre, connu par d'intéressants travaux. Je crois devoir, en outre, faire les déclarations suivantes :

1° Je suis *absolument incompétent* sur la théorie des caractéristiques.

2° Si, au congrès de Clermont-Ferrand, M. Halphen n'avait pas *démontré l'inexactitude* d'un théorème relatif à cette théorie (2), ou plutôt l'*inexactitude d'une démonstration* généralement admise par les Géomètres qui s'occupent de caractéristiques, le premier Commissaire aurait rédigé autrement son Rapport, ou plutôt son *permis d'imprimer*.

3° Je persiste dans cette affirmation : « Quand bien

---

(1) Ce travail était intitulé : *Documents sur la théorie des deux caractéristiques de M. Chasles* (Bulletins, 2e série, t. XLIII, p. 461).

(2) *Compte rendu* de la 5e session, p. 150.

» même l'illustre Doyen des Géomètres se serait trompé sur le point signalé, sa gloire n'en ressentirait aucune atteinte (1). »

Observations de M. Chasles.

Je ne puis qu'être très-reconnaissant de l'accueil que l'Académie et particulièrement MM. Folie et Catalan ont fait à ma communication.

M. Folie paraît exprimer le désir que je reconnaisse l'exactitude de *certains* résultats avancés par M. Saltel. Je ferai observer que je n'ai pas dit un mot des théorèmes de M. Saltel, quels qu'ils soient. Je n'ai parlé que des conséquences qu'il en tirait pour déclarer à peu près tous les miens comme erronés. Je ne contredis donc point les paroles de M. Folie. Et je n'hésite pas à offrir mes remercîments à l'Académie et à mes deux honorables confrères.

— M. Melsens, en faisant hommage à l'Académie de son travail donnant la *description détaillée des paratonnerres établis sur l'Hotel de Ville de Bruxelles en* 1865, annonce qu'il a déposé au secrétariat des exemplaires pour les membres de la classe qu'il suppose s'intéresser aux questions de physique; il s'empresserait de faire parvenir un exemplaire aux membres des trois classes qui voudraient bien le lui réclamer.

L'auteur donne quelques détails sur cetravail, dans lequel il atraité, au point de vue le plus général, la question des *paratonnerres à pointes*, *à conducteurs et à raccordements terrestres multiples*, avec *un exposé des motifs des dispositions adoptées à l'Hôtel de Ville.*

Il prie la classe, qui a bien voulu ordonner l'impression de plusieurs de ses Notes sur les paratonnerres, dans le Bulletin et dans les Mémoires, de bien vouloir l'autoriser à laisser au Bulletin une trace de ce travail. Il s'exprime à peu près dans les termes suivants :

---

(1) *Bulletins*, t. XLIII, p. 486.

« Le travail, divisé en douze chapitres, contient une description succincte des coups de foudre qui ont frappé l'Hôtel de Ville avant le coup terrible de 1865, époque vers laquelle on signalait les défauts que pouvaient présenter les paratonnerres classiques, c'est-à-dire ceux qui sont établis d'après les anciennes instructions; un chapitre entier est consacré à cette discussion.

Après avoir donné l'état de la question de l'établissement des paratonnerres en 1864 et signalé les doutes de cette époque sur l'efficacité des paratonnerres construits d'après les instructions classiques, j'ai exposé les motifs pour lesquels j'ai cru inopportun de présenter mon travail à l'Académie, l'Administration de la ville de Bruxelles ayant bien voulu se charger de tous les frais d'impression.

Le travail contient une description détaillée, appuyée de planches nombreuses, des dispositions prises à la flèche, à la tour et à toutes les autres parties de l'édifice, qui est un modèle de construction, aussi irrégulière que splendide.

J'ai cherché à mettre en évidence le principe général sur lequel je me suis appuyé; il peut se résumer en trois mots : *Divide et impera.* Ce principe a été appliqué au paratonnerre aérien et au paratonnerre souterrain, les conducteurs aériens étant mis en communication : 1° par une très-grande surface, 10 mètres carrés, avec l'eau d'un puits toujours rempli; 2° avec la canalisation du gaz; 3° avec celle de la distribution d'eau.

La partie faible des paratonnerres anciens, tels que *Franklin* les construisait, tels qu'on les construit encore en général aujourd'hui, consiste dans leur raccordement avec *le réservoir commun, la Terre;* ce défaut, dans la limite du possible, est absolument corrigé dans le paratonnerre de l'Hôtel de Ville.

La question des métaux dans les bâtiments et l'opportunité de les rattacher aux conducteurs du paratonnerre aérien, sont traitées à un point de vue plus général que dans les anciennes instructions, qui ont fait abstraction des tubes à gaz et des tubes à eau; ceux-ci présentent des dangers réels, comme il est prouvé par une série de faits relatés dans le travail. J'ai cru pouvoir, à ce sujet, proposer deux principes nouveaux.

Tout en convenant que l'*on n'invente plus rien en fait de paratonnerres,* je montre l'importance que peuvent présenter certaines modifications, qui, sans toucher aux principes, sont cependant de nature à rendre l'appareil plus efficace, soit au point de vue *préventif*, soit au point de vue *préservatif*.

J'examine, après avoir donné un tableau synoptique signalant les différences essentielles entre les systèmes anciens et le système adopté pour l'Hôtel de Ville, les avantages que présentent :

1° Les raccordements terrestres multiples;

2° Les conducteurs multiples à faible section;

3° Les pointes multiples ou les aigrettes déliées.

Je fais voir la facilité avec laquelle on peut faire une vérification complète du bon état du paratonnerre.

J'ai été obligé d'appeler l'attention sur les opinions de corps savants ou de savants; j'ai cru pouvoir souvent discuter ces opinions, parfois même les critiquer, en étayant ma critique sur des faits d'observation, sur des opinions contradictoires, etc.

Je crois l'avoir fait dans des termes dont personne n'a le droit de se trouver offensé; j'ai critiqué avec respect, car, je n'en disconviens pas, c'est souvent avec mes maîtres en science que je suis en désaccord.

Si j'ai pensé pouvoir critiquer certaines dispositions anciennes, généralement adoptées encore, à mon tour je fais un appel loyal et sincère à tous les physiciens et météorologistes, certain d'être aidé à perfectionner le système que je me suis permis de présenter comme étant le plus efficace. Leur critique élucidera, sans aucun doute, les questions encore controversées aujourd'hui; ils ont devant eux toutes les données qui leur permettront de signaler les détails défectueux, principalement au point de vue de la *préservation* des monuments.

Je demande la permission de donner ici le résumé et la conclusion du travail :

Je crois avoir donné une description minutieuse du paratonnerre établi à l'Hôtel de Ville de Bruxelles. Après avoir motivé toutes les dispositions prises en les étayant sur les lois les plus précises et les mieux prouvées de la physique, sur les faits, les observations et les expériences connus, je crois pouvoir conclure que le paratonnerre en question réalise tous les avantages que l'on est en droit d'attendre.

Je considère cet appareil, jusqu'à preuve du contraire, comme capable de réaliser, au plus haut degré, l'action PRÉVENTIVE *et* PRÉSERVATIVE *d'un* PARAFOUDRE. *C'est donc un appareil moins imparfait que ceux établis jusqu'à ce jour, bien que susceptible, à son tour, de perfectionnements que l'avenir réalisera.*

Je me suis permis de considérer le paratonnerre de l'Hôtel de Ville comme constituant le *prototype* de ce genre de protection.

Dans un appendice au travail, j'appelle l'attention sur l'application du système de paratonnerres établi à l'Hôtel de Ville aux cas particuliers qui peuvent se présenter et entre autres : maisons dans les villes qui ont des canalisations pour l'eau potable et le gaz de l'éclairage, les églises de villages, les phares, les hautes cheminées, les moulins à vent, les magasins à poudre, les granges à toits de chaume et les meules, les paratonnerres mobiles, enfin les châteaux et les fermes isolés dans la campagne.

Une table analytique des matières, très-développée, permet d'un seul coup d'œil de voir directement toutes les questions traitées dans le corps du volume.

ÉLECTIONS.

La classe continue à MM. Gluge, Maus, Montigny, Nyst et P.-J. Van Beneden, membres sortants, la mission de composer sa commission spéciale des finances pour 1878.

JUGEMENT DU CONCOURS POUR 1877.

La classe a reçu deux mémoires en réponse aux 3^{me} et 6^{me} questions de son programme.

TROISIÈME QUESTION.

On demande de nouvelles recherches pour établir la composition et les rapports mutuels des substances albuminoïdes.

Le mémoire envoyé en réponse à cette question porte le titre de : *Recherches sur les matières albuminoïdes,* et la devise :

Aliud ex alio reficit natura, nec ullam
Rem gigni patitur nisi morte adjuta aliena (1).

Rapport de M. Melsens, premier commissaire.

« J'ai lu avec la plus grande attention ce travail, remarquable à tous égards; je l'ai analysé sous tous les points de vue espérant, je l'avoue, pouvoir y trouver de quoi justifier une proposition qui aurait pu m'induire à la faire couronner par l'Académie; cette œuvre, en effet, a été faite par un chimiste très-habile; les analyses nombreuses qu'elle renferme et les expériences ont été conduites avec ordre et méthode; elles ont dû exiger un temps considérable et un long travail, j'oserais même dire pénible; on reconnaît aisément que tout ce qui est expérimental a été exécuté avec la plus grande exactitude et de plus, autant que l'on peut en juger, très-consciencieusement.

Mais dès les premières pages on constate que la méthode d'expérimentation, l'appareil employé et les procédés analytiques sont empruntés aux travaux qu'un habile chimiste français a publiés dans les *Tomes 23, 24 et 25 des Bulletins de la Société chimique de Paris*, en 1875 et 1876; je ne me suis cependant pas arrêté à cette considération et j'ai voulu poursuivre l'étude du mémoire, car il pouvait contenir des résultats en opposition avec les publications précitées; mais j'ai reconnu que rien d'essentiel n'avait été ajouté aux formules, aux analyses, et aux déductions données dans les *Bulletins de la Société chimique.*

---

(1) Quando alid ex alio refecit Natura : nec ullam
Rem gigni patitur, nisi morte adjutam aliena.

Lucrèce (*De natura rerum*), liv. I, vers 264 et 285.

Or, si l'auteur du mémoire envoyé à notre examen n'était pas M. P. Schutzenberger, il faudrait le considérer comme étant son plagiaire et l'Académie se refuserait incontestablement à lui décerner une palme quelconque.

De plus, l'auteur lui-même se fait nettement connaître, dans l'ignorance, sans doute, des termes précis du premier alinéa de l'article 35 du règlement général de l'Académie, qui porte : *Ceux qui se font connaître de quelque manière que ce soit, ainsi que ceux dont les mémoires sont remis après le terme prescrit, sont absolument exclus du concours.* En effet, à la page 4, l'auteur dit : *Deux ans se sont passés, depuis mes premières publications sur ces questions, ce temps a été en grande partie consacré à des travaux de contrôle et de vérification. Les conclusions générales énoncées précédemment sont sorties intactes de cette épreuve, et ce n'est que sur quelques points de détail que j'aurai à introduire des développements nouveaux.*

Aucun doute n'est permis après cette déclaration.

L'Académie comprendra que m'appuyant sur les considérations qui précèdent et malgré la haute valeur du travail, il m'eût été impossible de lui proposer de décerner le prix. Cependant vis-à-vis d'un travail qui, à tant d'égards, mérite par sa valeur considérable et son exécution expérimentale, si remarquablement bien conduite, la mention la plus honorable, je pense qu'il convient de motiver ma proposition par une dernière considération.

En effet, la question, telle que l'Académie l'avait posée, n'est pas résolue dans le travail; bien plus, je dirai qu'elle n'est même pas examinée, le titre seul du travail le prouve :

Recherches sur les matières albuminoïdes, titre modeste vis-à-vis du but que l'auteur avait en vue, car il visait la recherche de la *constitution intime* des matières albuminoïdes, de l'albumine principalement, ou, pour me servir des termes actuels : *Recherches sur la structure des matières albuminoïdes*, et peut-être sur leurs *fonctions chimiques*, en considérant chacune d'elles comme une espèce bien déterminée, un corps chimique pur. L'auteur admet en général les analyses faites par ses devanciers, mais il étudie et donne des analyses élémentaires ou immédiates des produits obtenus dans l'action de l'hydrate de baryte sur les matières albuminoïdes. Quant aux rapports mutuels des matières albuminoïdes entre elles, il n'en parle pas, constatant cependant que ces matières se dédoublent en produits similaires, mais en quantités différentes pour quelques-unes d'entre elles, lorsqu'on les traite, en vase clos, par un excès de baryte, en ayant soin de prolonger l'action de cette base pendant un temps très-long, 48 à 150 heures, à la température de 150 à 200° C.

Ainsi les quantités d'ammoniaque, que l'action prolongée de la baryte sur une douzaine de matières albuminoïdes ou azotées quaternaires, met en liberté, ont varié de 2 à 6 p. °/₀ du poids de la matière mise en expérience.

« La matière protéique soumise à l'expérience se trouve
» ainsi décomposée de la manière suivante :
» 1° Ammoniaque libre;
» 2° Huile essentielle à odeur caractéristique;
» 3° Sels barytiques insolubles dans l'eau;
» 4° Acide acétique avec un peu d'acide formique;
» 5° Résidu fixe. »

La matière sur laquelle portent principalement les premières expériences est l'albumine coagulée par l'acide acétique faible; on peut se procurer facilement cette substance, qui, bien que se présentant avec des propriétés spéciales à plusieurs produits similaires, différant par leur coagulabilité, leur pouvoir rotatoire, etc..., paraît identique par sa composition et par conséquent *très-voisine* sinon absolument identique. L'albumine se prête à une étude dont le but, comme l'auteur le dit, est d'obtenir une idée *rapprochée de la constitution des matières albuminoïdes.*

On me permettra de faire remarquer que ce que je viens de signaler à propos de l'albumine prouve que l'auteur ne s'est pas préoccupé de la première partie de la question posée par l'Académie, car il aurait sans doute vérifié si toutes les albumines, retirées des différentes substances végétales, animales ou de différents organes d'animaux, ne diffèrent pas dans des limites parfaitement, ce me semble, tangibles, par l'analyse. Possèdent-elles toutes la même composition? Les quantités relatives des éléments sont-elles constantes? Dans quels cas voit-on la quantité de soufre augmenter? Dans quels cas cette quantité diminue-t-elle? Toutes les albumines sont-elles absolument privées de phosphore, de fer? La variation du soufre n'est-elle pas due à un remplacement d'oxygène par cet élément? Le phosphore ne pourrait-il pas remplacer l'azote? Le fer lui-même remplacer l'hydrogène?

En un mot, il me semble que la question de la détermination exacte de la composition doit précéder un travail dirigé dans le sens des vues de l'auteur. Tout en convenant du mérite incontestable du travail, on peut admettre que l'auteur, sous ce point de vue, a un peu négligé la base sur laquelle on devra s'appuyer dans l'avenir. Je m'explique. Mettant de côté les isomères, sans aucun doute très-nombreux, des corps albuminoïdes, il faut d'abord, si c'est possible, chercher à donner une formule brute aux données centésimales de l'analyse et en déduire ensuite le poids moléculaire. L'auteur, en effet, se préoccupe de cette question.

Il déduit le poids moléculaire de l'albumine de la quantité d'acide acétique qui se produit lorsqu'on la traite par la baryte; or 100 grammes d'albumine donnant $5^{gr},8$ à $5^{gr},6$ d'acide acétique, il en déduit le poids moléculaire 1714. Ce poids correspond assez bien à celui que l'on déduirait de la quantité de soufre; en effet on obtient par ce calcul, pour le résidu organique, un poids moléculaire compris entre 1660 et 1770 en supposant que le soufre varie de 1,8 à 2 p. °/₀; la concordance est assez rapprochée; mais lorsqu'on examine le dosage de soufre dans différentes albumines, on trouve que la quantité de cet élément ne s'élève très-souvent qu'à $1^{gr},6$, ce qui donnerait un poids moléculaire de 1970 environ. De plus, s'il était permis de s'appuyer sur l'une des analyses de Mulder, dans laquelle la quantité de soufre ne s'élève qu'à 0,667, on obtiendrait pour poids moléculaire de l'albumine du sérum le nombre 4767.

Les nombres seraient bien plus élevés encore si l'on calculait le poids moléculaire en portant des dosages trop incertains, mal connus et trop peu nombreux, du phosphore; la quantité centésimale de cet élément ne s'élève parfois qu'à 0,4 p. °/₀; le poids moléculaire ne s'élèverait pas à moins de 7694.

$$\frac{0,4}{31} = \frac{99.6}{X}; \quad x = 7694.$$

Quoi qu'il en soit, il arrive à une expression *très-voisine* de $C^{78} H^{126} Az^{20} O^{24} S$ (1).

---

(1) $C = 12$; $H = 1$; $Az = 14$; $O = 16$; $S = 32$.

Bien qu'il ait reconnu que les produits de la transformation complète de l'albumine varient avec les circonstances, il croit pouvoir cependant admettre que la transformation se représente sensiblement par l'équation

$$C^{78}\,H^{126}\,Az^{20}\,O^{24}S + 18\;H^{2}O = C^{78}\,H^{162}\,Az^{15}\,O^{42}S.$$

$C^{69}\,H^{133}\,Az^{15}\,O^{33}\,S$ ... représentant la composition du mélange de corps qui existent dans le résidu fixe du traitement;
$C\,O^{2}$ — anhydride carbonique;
$C^{2}\,H^{2}\,O^{4}$ — acide oxalique;
$C^{2}\,H^{4}\,O^{2}$ — acide acétique;
$H^{15}\,Az^{5}$ — 5 molécules de gaz ammoniac;
$H^{2}\,S$ — hydrogène sulfuré;
$C^{4}\,H^{6}\,O$ — produit volatil contenu dans l'albuminal.

$C^{78}\,H^{162}\,Az^{15}\,O^{42}\,S.$

En considérant les résultats fournis par d'autres matières albuminoïdes (sérine, fibrine du sang, caséine, fibrine végétale, hémi-protéine), on est conduit, d'après l'auteur, à des conclusions analogues en ce qui touche le sens de la réaction générale.

On me permettra d'analyser en quelques mots ce qu'il dit pour la fibrine pour laquelle il admet la formule $C^{76}\,H^{123}\,Az^{21}\,O^{23}\,S$, formule qui exige que l'analyse donne

C	—	52.74	—	C^{76}	—	912
H	—	7.11		H^{123}	—	123
Az	—	17.00		Az^{21}	—	294
S	—	1.85		S	—	32
O	—	21.30		O^{23}	—	368
		100.0				1729

Le poids moléculaire total est de 1729.

Déduit du soufre 1.85 p. °/₀ le poids moléculaire s'élève en effet à 1700 environ; mais il suffit de jeter un coup d'œil sur les analyses connues de fibrine pour voir combien peu on est fondé à donner une formule moléculaire de ce corps. En effet, je trouve que le soufre varie dans les rapports de 0,63 à 1,6 p. °/₀; je ne connais pas d'analyse ayant donné 1.85 p. °/₀ et le poids moléculaire déduit des deux nombres ci-dessus s'élève à

5050,	en prenant	0,63	pour le soufre,
1970	»	1,60	»

Si l'on considère ensuite que la fibrine contient toujours du fer (Liebig), on se trouve devant une nouvelle difficulté pour déduire le poids atomique; il faudrait prouver d'abord que le fer est accidentel.

Il faut en outre tenir compte que

Le carbone	varie de	50,88 à 54,45	p. °/₀,
L'hydrogène	»	6,84 à 7,22	»
L'azote	»	15,54 à 18,12	»

J'ai obtenu en moyenne 17,7 d'azote dans une série nombreuse et concordante d'analyses.

Tous ces nombres offrent des différences trop considérables pour qu'on puisse accepter une formule quelconque, aussi longtemps que les chimistes n'auront pas répondu *au moins* à la première partie de la question posée par l'Académie.

Il me paraît inutile de poursuivre plus loin l'analyse des expériences de l'auteur, cette analyse nous écarterait absolument du but de notre mission qui est parfaitement définie; nous pouvons hardiment applaudir aux efforts de l'auteur, et toute critique en nous écartant de notre but n'aurait, ce me semble, aucune raison d'être ; il faudrait la fonder sur une série d'expériences longues et nombreuses, car tout en rendant un hommage mérité au travail, les conclusions ne peuvent pas être acceptées dans tout leur ensemble. En effet, il y a encore beaucoup de questions préalables à trancher avant de pouvoir conclure que les produits de réaction peuvent conduire à la connaissance de la constitution intime des matières albuminoïdes.

CONCLUSION.

1° Les principales données du travail ayant été publiées;

2° L'auteur s'étant fait connaître, bien qu'indirectement;

3° Le travail considérable et certainement très-remarquable ne résolvant pas la question posée par l'Académie;

Par ces motifs, j'estime qu'il n'y a pas lieu de lui décerner le prix. »

Rapport de M. Stas, deuxième commissaire.

« J'ai lu attentivement le mémoire envoyé en réponse à la troisième question du programme de concours pour 1877 et qui porte pour devise : *Aliud ex alio reficit natura, etc.* Je partage l'opinion de mon savant confrère M. Melsens, que ce travail considérable et certainement très-remarquable, ne résout pas la question posée par l'Académie. Je suis donc d'avis qu'il n'y a pas lieu de lui décerner le prix. »

Rapport de M. Donny, troisième commissaire.

« Je partage complétement la manière de voir de mes savants confrères au sujet du mémoire de concours envoyé en réponse à la troisième question : *On demande de nouvelles recherches pour établir la composition et les rapports mutuels des substances albuminoïdes.* Je suis d'avis qu'il n'y a pas lieu de lui décerner le prix. »

Adoptant les conclusions de ses commissaires, la classe n'a pas jugé pouvoir décerner le prix au mémoire en question, pour les motifs invoqués par ses commissaires.

—

SIXIÈME QUESTION.

On demande l'étude du cycle d'évolution d'un groupe de la classe des Algues.

Rapport de M. Ed. Morren, premier commissaire.

« L'Académie a reçu un mémoire en réponse à la 6me question de son programme de concours : *On demande l'étude du cycle d'évolution d'un groupe de la classe des Algues.*

Ce mémoire a pour épigraphe : *Trop souvent l'esprit, avide de généralisation ou enclin à former des associations, oublie les faits qui le gênent,* etc. (J. Decaisne.)

Il est intitulé : *Prodrome d'une monographie des Laminariacées.*

Ce titre a vivement excité mon intérêt, parce que les Laminariacées sont précisément un groupe de la classe des

Algues dont la reproduction sexuelle est inconnue : leur cycle de développement étant obscur, il règne une certaine incertitude sur la place qu'elles doivent occuper dans la systématique.

La solution de ce problème aurait une véritable importance et ma curiosité était grande quand j'ai commencé la lecture du mémoire.

Il débute par un *Avant-propos* dans lequel l'auteur expose ses idées sur la morphologie générale ; il s'applique à démontrer qu'il faut se prémunir contre l'exagération de certaines théories et qu'il convient de se tenir toujours à l'observation de la nature. Il fait valoir les difficultés de la tâche qu'il a entreprise et il met en regard les moyens dont il a disposé pour les surmonter. Il a pu observer un grand nombre d'échantillons conservés dans les herbiers et dans les musées botaniques, et grâce à cette abondance de matériaux, il a pu rédiger sinon une description détaillée des Laminaires, au moins le prodrome de ce travail.

La première partie est intitulée : *Coup d'œil historique.* Il commence par Jean et Gaspard Bauhin, en 1620, Gmelin, Réaumur et d'autres ; il rappelle que Bory de S^t-Vincent sépara définitivement en 1826 les Laminaires des Fucacées, en les constituant en famille distincte ; que M. J. Decaisne fit connaître le premier, en 1839, la fructification de ces grandes algues marines (*Macrocystis et Ecklonia*); que Thuret, en 1851, posa les bases de la distinction naturelle entre les Fucacées, les Dictyotées et les Phaeosporées. Thuret découvrit que ces dernières, parmi lesquelles il range les Laminaires, se multiplient à l'aide de zoospores de forme particulière. Les zoosporanges qui les produisent sont unicellulaires (oosporanges) ou pluricellulaires (trichosporanges). Chez les Laminaires, il n'existe que des oosporanges dont la forme et les proportions varient suivant le genre.

L'auteur rend compte des publications plus récentes de MM. Le Jolis, J. Agardh (1867) et Janczewki. Ce dernier a fait connaître que toutes les Laminaires se développent par un accroissement intercallaire. Le chapitre est terminé par le synopsis de la classification proposée pour les Laminariacées, par les principaux auteurs qui s'en sont occupés depuis Bory de S^t-Vincent.

La deuxième partie a pour titre *Anatomie et Organographie*. L'auteur divise les Laminariacées en trois sous-familles qu'il nomme *Simplices, Fibrosae* et *Vasculares* : les deux premières sont monocarpiennes, tandis que les dernières sont vivaces et polycarpiennes.

Il décrit la structure et l'anatomie de ces trois groupes. Pour les *Simplices*, il reproduit la description du thalle du *Chorda* donnée par MM. Thuret et Janczewki. Chez les *Fibrosea*, il signale les fibres allongées, arrondies à leur extrémité, atteignant une longueur de quelques centimètres, à parois épaisses, sans ponctuations ni lignification et qui sont réparties sans ordre dans le centre du stipe et dans certaines parties des frondes. Il signale les caractères du rhizoïde par lequel ces Algues sont fixées à leur support. Les *Vasculares* sont les plus nombreuses et les plus considérables. L'auteur expose la structure de l'écorce, du bois, de la moelle, de la couche cambiale qui offrent certaines ressemblances avec les tissus qui composent la tige des dicotylédones. Il passe ensuite à l'anatomie de la fronde, mais il s'arrête au moment où il y aurait lieu d'exposer la genèse des organes de la reproduction pour s'étendre sur l'accroissement intercallaire des tissus de nutrition, sur les canaux gommeux creusés dans l'épaisseur de la plupart des

Laminariacées, sur la morphologie des racines primaires et secondaires. L'auteur répartit les *Vasculares* en quatre tribus qu'il nomme Laminariées, Lessoniées, Arthrothamnées et Égrégiées. Il expose sommairement la morphologie et l'anatomie de leurs organes végétatifs.

Dans la troisième et dernière partie du mémoire, l'auteur expose la classification des Laminariacées fondée sur la structure anatomique et la disposition de l'hyménium. Il répartit les 17 genres qu'il reconnaît en quatre sous-familles qui paraissent très-naturelles. Cette classification nouvelle appartient à l'auteur du mémoire, et pour cette raison nous croyons devoir nous abstenir de la publier ici, précisément parce qu'elle en constitue la partie principale.

Vingt belles planches coloriées, de très-grand format, accompagnent le mémoire et représentent l'apparence générale d'une espèce de la plupart des genres.

Le mémoire que je viens d'analyser a une incontestable valeur scientifique : il expose, en y ajoutant quelques faits nouveaux, l'organographie, l'anatomie et la croissance de ces étranges végétaux qu'on peut comparer à des arbres sous-marins ; tenant compte de toutes les descriptions qui ont déjà été publiées et de ses propres observations qui sont nombreuses, il les dispose systématiquement et dans un ordre nouveau et rationnel. L'auteur connaît bien les Laminariacées ; son travail, bien rédigé pour répandre ses connaissances, est réellement le prodrome d'une bonne monographie (1).

Mais il faut le déclarer aussi, le mémoire laisse absolument à l'écart tout ce qui concerne la reproduction des

---

(1) La rédaction trahit souvent l'inexpérience de la langue française, mais ce mince défaut serait facile à corriger.

Laminariacées. Il ne la discute même pas. C'est à peine s'il relate une partie de ce qu'on sait à ce sujet, grâce aux belles découvertes de Thuret, et les deux seules figures qu'il donne de l'hyménium avec ses zoosporanges sont copiées d'après les dessins de ce savant. La reproduction sexuelle des Laminaires, avons-nous dit au commencement de ce rapport, n'est pas connue; nous espérions que la science allait enfin être renseignée sur cette intéressante question. L'auteur semble, au contraire, ne pas s'en être préoccupé; il n'a pas recherché si elle existe; il n'a pas suivi l'évolution de ces Algues, la formation ni le développement des Zoospores. Le mémoire, tel qu'il est rédigé, consiste surtout dans un travail de critique et de systématique : il néglige complétement la question fondamentale de la reproduction. C'est une lacune très-regrettable qui dépare le travail et qui nous paraît même inexplicable.

Nous sommes bien forcé de lui en faire une objection radicale au point de vue de la question posée par l'Académie. Cette question demandait des observations directes sur l'évolution d'un groupe d'Algues, c'est-à-dire sur tout leur cycle de développement. Elle laissait toute latitude aux concurrents quant au choix du groupe, se réservant d'apprécier la valeur du mémoire d'après la valeur des résultats obtenus. Au lieu de cela, l'Académie a reçu un travail de morphologie et de systématique et le problème de la génération des Laminariacées demeure sans solution.

L'auteur a travaillé sur des échantillons d'herbier ou conservés dans l'alcool, tandis que la question exigeait des observations sur des Algues vivantes pendant tout le cycle de leur développement.

A mon avis, il n'y a donc pas lieu de décerner le prix, mais je crois pouvoir ajouter que si l'auteur veut représenter son travail à l'Académie, sans compétition pour le prix du concours, je serai le premier à demander son impression, tout en regrettant les lacunes signalées et tout en faisant des réserves pour les planches. »

Rapport de M. F. Crépin, deuxième commissaire.

« L'auteur du mémoire qui a été envoyé en réponse à la 6^{me} question du concours de 1877 ainsi formulée : *On demande l'étude du cycle d'évolution d'un groupe de la classe des Algues,* n'a pas clairement compris la portée de la question.

Il s'agissait de faire connaître, dans l'ensemble du groupe d'Algues choisi, tous les phénomènes biologiques et morphologiques qui se présentent avant et après la fécondation. L'auteur a cru qu'il s'agissait uniquement de l'évolution morphologique d'un groupe d'Algues et il a répondu à la question en traitant des Laminariacées au point de vue taxonomique. Il n'a rien fait connaître de neuf sur la fécondation et sur les développement successifs qui suivent ce phénomène.

Ainsi que le dit notre honorable collègue, M. Morren, premier commissaire, il n'y a pas lieu de décerner le prix au mémoire précité. Mais, d'autre part, nous souhaitons, avec M. Morren, que l'auteur représente son travail au jugement de l'Académie pour qu'il soit inséré dans les Mémoires de la Compagnie, toutefois à titre de mémoire hors concours.

Le travail que nous avons lu avec le plus grand intérêt, nous paraît fort important et nous pensons qu'il ferait honneur aux publications de l'Académie. »

Rapport de M. Alfred Gilkinet, troisième commissaire.

« Le mémoire soumis par l'Académie à l'appréciation de ses commissaires est intitulé : *Prodrome d'une monographie des Laminariacées.* L'auteur, il le dit dans son avant-propos, n'avait nullement l'intention, lorsqu'il entreprit ses recherches, de donner une description détaillée des espèces : dans sa pensée, son travail ne devait avoir qu'un but morphologique. Il s'était efforcé de démontrer dans des publications antérieures que les générations alternantes ne peuvent être embrassées dans une formule générale abstraite dont les termes seraient empruntés au mode sous lequel le phénomène se présente dans les végétaux supérieurs, mais que la notion de la génération alternante doit se modifier quand on descend l'échelle des êtres, en raison de la simplification des phénomènes qui la constituent et des organes qui l'accomplissent. Dans le mémoire soumis au jugement de l'Académie, l'auteur s'attache à prouver que ce qui est vrai pour les phénomènes et les organes de la génération l'est également pour les phénomènes et les organes de végétation de la plante.

Sachs avait fait remarquer déjà qu'il n'y a pas de raison scientifique plausible pour séparer les *Thallophytes* des *Cormophytes :* que si la distinction morphologique entre l'axe de certaines *Thallophytes* et ses appendices n'est par suffisamment exprimée pour qu'on soit autorisé à donner à ces appendices le nom de *feuilles*, l'on ne pouvait cependant tracer de limite rigoureuse entre les *Thallophytes* et les *Cormophytes,* qu'il était même certain qu'une limite semblable n'existait point. Ailleurs encore

Sachs fait observer que les notions morphologiques, *feuille* et *tige*, sont corrélatives, inséparables. La *tige* est ce qui porte la *feuille*, la *feuille*, ce qui se produit aux côtés d'une *tige*. Tous les caractères particuliers que l'on peut faire valoir pour définir la *tige* et la *feuille*, n'expriment que des relations réciproques de l'une à l'autre. En d'autres termes : les expressions *tige* et *feuille* désignent certains rapports entre les parties d'un même tout qui est le bourgeon : plus la différence entre ces parties est grande, plus on distingue nettement la *tige* de la *feuille*. A ce propos, Sachs compare les organes de végétation des *Laminaires* à certaines formes de feuilles des plantes supérieures dont elles ne diffèrent, dit-il, que par leur position terminale.

L'auteur du mémoire s'engage résolûment dans la voie indiquée par Sachs. Pour lui, non-seulement il n'existe pas de distinction morphologique entre la *feuille* et la *tige* des plantes supérieures, mais il s'est donné comme tâche de prouver que l'on trouve dans la seule famille des *Laminaires* toutes les transitions possibles de rapport entre l'axe et les organes appendiculaires, depuis l'espèce la moins élevée, qui consiste en un corps de tissu uniforme, sans différenciation de *tige* et de *feuilles*, jusqu'aux espèces supérieures, différenciées, en *tige* et en *feuilles*, et même, en tige, feuilles stériles et feuilles fructifères.

Le bas de l'échelle est occupé par le *Chorda filum*. Cette espèce de cordage visqueux, commun sur les côtes occidentales de France, se compose d'un thalle presque homogène, sans différenciation de *tige* et d'appendices, et qui constitue à la fois la partie végétative et reproductrice. A un degré supérieur nous rencontrons les genres *Phyllaria*, *Saccorhiza* et *Laminaria*. Ici, le thalle s'est différencié en *racine,* en *tige* et en *feuilles;* seulement la feuille est restée simple. Elle se partage dans le genre *Ecklonia.* Plus haut dans la série, chez les *Lessoniées,* la tige, jusqu'alors indivise, se ramifie elle-même par dichotomie. A un échelon encore plus élevé se place le *Macrocystis.* Chez ce dernier, qui a passé d'abord par la phase de *Laminaria* puis par celle de *Lessonia,* les tiges secondaires se différencient à leur tour, et donnent naissance à un appareil vésiculaire hydrostatique. Enfin, dans les *Arthrotamnées,* la dichotomie atteint son degré supérieur de perfectionnement; elle n'est plus réalisée par la division d'organes déjà formés, mais elle est produite par l'arrêt de croissance du point végétatif, et le développement accéléré des deux parties de la tige symétriquement latérales; la dichotomie est donc ici originelle. Le type le plus compliqué, en dernier lieu, est représenté par l'*Egregia* qui fait présentement l'objet des recherches d'*Areschoug.*

Tel est l'esprit du travail que nous sommes appelé à apprécier. L'auteur s'y place à un point de vue incontestablement élevé; il est hors de discussion que les résultats généraux obtenus ont une grande importance au point de vue morphologique. Les recherches spéciales n'en ont pas moins. Je ne voudrais pas lasser l'attention de l'Académie, par une surabondance de détails techniques. Je ne puis cependant me dispenser de signaler ici quelques-uns des faits entièrement nouveaux consignés par l'auteur. Ainsi, Despreaux avait observé les racines secondaires du *Saccorhiza*, mais, à l'exemple de Bory, il avait pris les phases successives pour des variétés différentes. On connaissait chez le *Phyllaria* des racines scutellées (*radix scutata*) et des racines fibreuses (*radix fibrosa*), mais on ignorait que ces dernières étaient une formation ultérieure, intimement liée à la première pour laquelle elle constitue une phase plus avancée de développement. Dans l'anatomie de ses *Vasculares*, l'auteur signale pour la première fois la présence des *vaisseaux* qui parcourent l'axe, et celle du *cambium* qui donne naissance à l'accroissement secondaire des tiges. Enfin, il donne la véritable explication de la formation des anneaux concentriques de bois, et montre qu'elle est dépendante de la production des verticilles successifs de racines. Je voudrais encore citer l'intéressant développement du *Laminaria repens*, l'accroissement anormal du *Laminaria Sinclairi*, de l'*Ecklonia Wrightii*, et la formation des *canaux à mucilage* dont la description est entièrement originale, mais je crois en avoir dit assez pour donner à l'Académie une idée de l'importance du mémoire présenté. Au reste, cette importance est constatée par les rapports des trois commissaires : l'accord sur ce point est complet.

Nous différons cependant d'avis sur le point suivant : le travail qui nous est soumis répond-il à la question posée? Non, dit M. Morren, et M. Crépin s'est rallié à cette manière de voir, car « l'auteur ne nous décrit pas » la reproduction sexuelle des *Laminaires*, il semble ne » pas s'en être préoccupé; il n'a pas suivi l'évolution de » ces Algues, la formation et le développement des Zoo» spores: le mémoire, tel qu'il est rédigé, consiste surtout » en un travail de critique et de systématique... »

Et d'abord, la description de la reproduction sexuelle doit-elle se trouver nécessairement dans une réponse rédigée suivant l'interprétation donnée à la question par l'honorable premier commissaire? J'espère prouver tout à l'heure que non : mais je veux montrer de suite que la question, telle qu'elle est posée, peut donner lieu à *trois* interprétations, par conséquent à *trois* réponses différentes. En effet, l'étude de l'évolution peut concerner l'individu; elle peut s'occuper des phases successives qu'il a parcourues à partir de l'œuf, pour arriver à l'état parfait, complet : elle constitue sous cette forme l'*Ontogénie*, et comprend la reproduction sexuelle si elle existe, ou à son défaut le mode de reproduction asexuel. C'est dans ce sens que la conçoivent les honorables premier et second commissaires. Mais l'étude de l'évolution peut aussi concerner l'évolution des espèces, des genres de familles, elle constitue alors la *Phylogénie.*

La *Phylogénie* prend un type et décrit les modifications successives par lesquelles il a passé, *dans la suite des temps,* les complications morphologiques qui, d'âge en âge, l'ont transformé en un type d'ordre plus élevé; on peut donc l'appeler: l'*étude de l'évolution paléontologique.* Enfin, on peut, en troisième et dernier lieu, étudier l'*évolution systématique* d'une famille, et, sans s'occuper de sa filiation paléontologique, de ses transformations dans les âges passés, examiner les développements morphologiques du groupe tel qu'il est circonscrit dans la nature actuelle. C'est dans cette dernière acception que l'auteur du mémoire a compris la question posée par l'Académie. Cette question lui laissait le choix entre l'*évolution ontogénésique*, l'*évolution phylogénésique*, et l'*évolution systématique;* il a choisi cette dernière comme c'était son droit.

Est-il alors étonnant que la systématique occupe une place importante dans ce mémoire? En pouvait-il être autrement? L'auteur, ayant retracé l'évolution morphologique du groupe des *Laminaires*, en traçait par là même la classification naturelle. Eût-il négligé la partie systématique de son travail, cette dernière se déduisait d'elle-même, des phases successives du développement du groupe. Sans doute cette partie systématique est traitée avec une grande érudition et beaucoup de compétence; l'auteur a épuisé et critiqué toute la littérature algologique; sous ce rapport il donne beaucoup plus qu'on ne lui demandait; mais est-ce bien à nous de nous plaindre de cet excès de richesses. Je ne le crois pas.

Il n'est donc pas douteux pour moi que l'auteur du mémoire n'ait répondu à la question. Il est encore un point accessoire dont je désire parler brièvement. Suivant l'honorable premier commissaire, la reproduction sexuelle est nécessaire à l'évolution telle qu'il la conçoit exclusivement, c'est-à-dire à l'*évolution ontogénésique*. Ici encore, je regrette de ne pouvoir partager son avis.

Non, la reproduction sexuelle ne peut être toujours exigée, et pour une excellente raison, c'est qu'il n'est pas prouvé qu'elle existe toujours. Certaines Algues inférieures dont tout l'organisme est constitué par une cellule qui se multiplie par simple division n'ont certainement pas de reproduction sexuelle, et dans le cas présent, chez les *Laminaires*, les recherches de tous les observateurs qui se sont occupés de groupe, y compris Thuret, ont abouti à des résultats négatifs quant à cette reproduction.

Il est à remarquer, du reste, que la reproduction sexuelle s'est rencontrée le plus souvent jusqu'à présent, dans les Algues mi-marines, si je puis ainsi m'exprimer, dans celles qui, à marée basse, sont découvertes pendant quelques heures. L'air extérieur dessèche les tissus et cause l'expulsion des produits sexuels. Tel est le cas chez les *Fucacées*, dont la reproduction sexuelle est de beaucoup la mieux connue. Aussi ces dernières manquent-elles d'une reproduction asexuelle inutile en présence de la facilité offerte aux produits sexuels de se rencontrer et d'opérer la fécondation.

Par contre, les *Laminaires* et d'autres Algues de haute mer, qui sont continuellement battues des flots, même à marée basse, possèdent une reproduction asexuelle, comme si la nature avait voulu assurer la propagation de l'individu par un mode moins dépendant de l'agitation des vagues. Quoi qu'il en soit, les recherches des nombreux botanistes qui se sont occupés des *Laminaires*, non-seulement ne nous ont pas fait connaître leur reproduction sexuelle, mais ont été impuissantes à signaler chez elles la moindre trace d'Anthéridie ou d'Oogonie, et il n'est pas un algologue, j'en suis bien certain, qui oserait affirmer que cette reproduction existe. Si l'Académie avait absolument désiré la reproduction sexuelle d'une Algue, la question aurait dû, au lieu de planer dans le vague, spécifier un de ces genres de Phæosporées dans lesquels on a découvert des Anthéridies, sans que l'on soit parvenu, jusqu'à présent, à déceler l'organe femelle qu'elles doivent féconder ; là, du moins, on pouvait espérer, avec quelque raison, mettre au jour cette reproduction sexuelle dont l'honorable premier commissaire fait une condition *sine quâ non;* mais, dans le cas présent, on ne peut exiger du concurrent, alors qu'on lui laisse toute latitude pour le choix du groupe, qu'il produise au grand jour un mode de reproduction qui n'existe peut-être pas.

Il ne me reste plus qu'à faire connaître à l'Académie que l'auteur avait à sa disposition des matériaux excessivement complets. Il nous fait connaître dans son introduction qu'il a travaillé dans les principaux musées de l'Europe, dans ceux de la Suède, de Saint-Pétersbourg, de Copenhague, de Londres, de Hambourg, de Paris et de

Vienne. Il a obtenu de M. Kjellman, botaniste adjoint à la fameuse expédition de Nordenskjöld, des Algues du Spitzberg, de la mer de Kara, etc., par M. Gregorjew, des Algues d'Arkangel, par le baron Müller, des *Laminaires* d'Australie, par M. Berggzen, des *Laminaires* de la Nouvelle-Zélande, par M. Bornet, l'associé scientifique de feu Thuret, des échantillons originaux précieux de Bory de Saint-Vincent, par J. Agardh, plusieurs *Laminaires* rares, par M. Lejolis, communication de sa magnifique collection de *Laminaires* et de l'inestimable herbier Lenormand dont il est possesseur; enfin du professeur Farlow, à Cambridge, des *Laminaires* de l'Amérique du Nord. Jamais, matériel plus considérable de *Laminaires* n'avait été réuni jusqu'à présent; l'auteur a joint à son mémoire plusieurs figures inédites d'Algues du Kamtschatka dessinées sur les lieux de la main même de Chamisso.

En outre, l'auteur nous fait connaître qu'il a passé deux saisons a Cherbourg pour étudier sur le vif la famille dont il avait entrepris l'histoire.

Cette énumération rendra évidente à l'Académie l'importance du mémoire présenté : elle est aussi de nature à inspirer la plus grande confiance dans son auteur, car le botaniste auquel les maîtres de la phycologie moderne confient si généreusement leurs matériaux, ne doit pas être le premier venu dans la science.

Je conclus donc en demandant à l'Académie de couronner cette *monographie des Laminariacées*. J'ose dire que bien rarement l'Académie obtiendra en réponse à une question de concours, un mémoire d'une importance scientifique aussi considérable. Ce n'est pas sans regret que je me vois forcé d'émettre un avis différent de celui des deux premiers commissaires, mais l'Académie, en me faisant l'honneur de me nommer rapporteur, m'a imposé le devoir de faire connaître, dût-il m'en coûter, mon opinion tout entière, et cette opinion, je le répète, est celle-ci : Bien rarement l'Académie aura à se prononcer sur un travail qui soit aussi digne d'être couronné que celui qui nous occupe. »

La classe, après avoir entendu la lecture des rapports des commissaires, a décerné au mémoire présenté la médaille d'or du prix de six cents francs.

Le prononcé du jugement sur ces deux mémoires aura lieu dans la prochaine séance.

RAPPORTS.

Recherches sur les minéraux belges, 4^e notice : *Sur la Kaolinite (Pholérite) de Quenast et du terrain houiller;* par M. Lucien de Koninck.

Rapport de M. Malaise.

« M. L. de Koninck a rencontré, dans la Diorite quartzeuse du bois de Neppe, à Quenast, des parties de roches contenant une substance nacrée, d'une blancheur parfaite, presque sans cohérence et excessivement douce au toucher. Elle est mélangée à des grains irréguliers de pyrite.

Il a rapporté cette substance, au premier abord, à la Pholérite.

L'analyse des parties les plus pures, broyées entre les doigts et passées à un tamis très-fin pour en séparer les grains durs et la pyrite, a conduit M. de Koninck à la formule

$$Al^2O^3,\ 2SiO^2,\ 2H^2O.$$

Celle-ci n'étant pas admise par tous les auteurs comme formule de la Pholérite, l'auteur a analysé un échantillon bien caractérisé de cette substance, provenant de la houillère de La Haye à S^t-Gilles (Liége). Deux analyses parfaitement concordantes conduisent à la formule précédente. L'analyse de deux Pholérites, l'une provenant de Bagatelle (près Visé) et l'autre de la Chartreuse (près Liége) donnent encore la même formule.

La formule déduite des analyses de M. de Koninck est celle à laquelle conduisent toutes les analyses de Kaolinite. Au point de vue chimique la Kaolinite et la Pholérite sont donc bien identiques. Elles le sont également au point de vue des propriétés physiques.

Au microscope la Pholérite de la Chartreuse offre des paillettes hexagonales que M. l'abbé Renard a reconnu appartenir au système rhombique. Les angles sont approximativement de 120°. Les plus grandes dimensions de ces cristaux atteignent au maximum 1/4 de millimètre. Des échantillons provenant de la fosse Abel des charbonnages de Mariemont sont formés de lamelles assez bien définies.

La cristallisation de la Kaolinite de Quenast est intermédiaire entre celle des échantillons de Pholérite de la Chartreuse et de Mariemont. Il est reconnu que la Kaolinite peut se présenter en lamelles hexagonales du système rhombique avec des angles de 120°.

L'auteur a figuré les cristaux de Pholérite de la Chartreuse et de Mariemont, et ceux de Kaolinite de Quenast; et comme terme de comparaison, une figure de cette dernière substance publiée par Dana.

M. de Koninck conclut de ces diverses analyses et considérations : qu'il y a lieu, comme l'ont déjà proposé MM. Johnson et Blake, il y a dix ans, et comme le font partiellement certains auteurs, de réunir les minéraux connus sous les noms de Pholérite, de Nacrite, de Lithomarge et de Kaolin, sous le seul nom de *Kaolinite,* abandonnant le nom de Kaolin pour les variétés plus ou moins pures employées dans l'industrie.

J'ai l'honneur de proposer l'insertion, dans les *Bulletins* de l'Académie, de la Note de M. L. de Koninck, et de la planche qui l'accompagne. »

La classe a adopté ces conclusions, auxquelles se sont ralliés les deux autres commissaires, MM. Mourlon et Melsens.

— Sur la proposition de MM. Cornet et Mourlon, le *Bulletin* renfermera aussi la 5^e notice de M. Luc. de Koninck, SUR LES MINÉRAUX BELGES : *Sur la présence de l'apatite cristallisée dans l'étage salmien.*

Recherches sur les Acinétiniens de la côte d'Ostende; par M. Julien Fraipont.

Rapport de M. P. J. Van Beneden.

« Le mémoire qui nous a été soumis à la dernière séance par M. Julien Fraipont a pour objet les Acinétiniens. Il a été commencé à Ostende pendant les mois d'août et de septembre et terminé au laboratoire d'anatomie comparée à l'Université de Liége.

L'auteur a trouve sept espèces bien différentes entre elles, dont deux seulement sont connues. Une de ces espèces, du genre *Ophryodendron*, présente pour moi un vif intérêt. J'en ai fait mention dernièrement à propos des commensaux fixes (1) et je suis heureux de voir que les affinités de ces organismes sont établies maintenant par le travail qui nous est soumis.

M. Fraipont a étudié les Acinétiniens avec tout le soin que réclame aujourd'hui ce genre de recherches; il expose avec ordre et clarté leur organisation aussi bien que leur développement et il parvient à concilier, dans le cours de ses recherches, des faits d'observation fort importants, qui, tout en étant constatés par des naturalistes de premier mérite, semblaient devoir s'exclure.

Aux différents modes de génération connus, reproduction par simple division, par bourgeons externes ou par embryons internes, M. Fraipont ajoute la reproduction par voie endogène d'embryons externes, dans des diverticules générateurs, qui, très-probablement d'après lui, dépendent de l'ectosare.

---

(1) Les commensaux et les parasites dans le règne animal. 1875, page 68.

M. Fraipont fait faire un bon pas en avant dans l'étude de ces Protozoaires.

Dans cette première communication, M. Fraipont expose ses recherches sur l'*Ophryodendron belgicum* et l'*Acineta divisa*, et il se propose de faire suivre ce travail de l'histoire des autres Acinètes.

Le mémoire de M. Fraipont est accompagné de deux belles planches, dessinées par lui et qui représentent les deux espèces sous toutes leurs faces.

C'est pour moi un grand plaisir de proposer l'impression de ce mémoire dans les *Bulletins*, de remercier l'auteur de sa communication et de l'engager à continuer dans cette voie. Nous espérons que le lieu où M. Fraipont a fait ses recherches et où j'ai accompli les miennes pendant une trentaine d'années, pourra devenir un véritable laboratoire d'étude pour les jeunes naturalistes belges. On commence heureusement à comprendre que, si les observatoires sont entretenus à grands frais pour les investigations du ciel, il n'y a pas moins d'intérêt à établir des stations sur les bords de la mer pour étudier les lois de la vie. Depuis longtemps on l'a dit, ce sont les organismes inférieurs qui font le mieux comprendre les animaux supérieurs et ce sont eux qui jouent le rôle le plus important dans l'économie de la nature. »

Rapport de M. Félix Plateau.

« Après avoir lu attentivement le Mémoire intéressant de M. Fraipont sur les Acinétiniens de la côte d'Ostende, je n'hésite pas à me ranger à l'avis favorable de mon savant confrère, M. P. J. Van Beneden.

D'Udekem avait commencé avec succès l'étude de nos infusoires et avait même décrit quelques espèces marines (1); mais depuis la mort de ce confrère regretté, on pouvait déplorer chez nous l'absence de travaux sur les animaux de ce groupe ou de groupes voisins. C'est donc avec une vive satisfaction que nous voyons un jeune naturaliste entrer dans cette voie et y débuter avec bonheur. »

M. Ch. Van Bambeke, troisième commissaire, s'étant rallié au rapport de ses deux collègues, la classe a adopté leurs conclusions.

COMMUNICATION ET LECTURES.

Notice sur les variations d'intensité de la scintillation et sur les changements de couleurs qui caractérisent ce phénomène; par M. Ch. Montigny, membre de l'Académie.

Lorsque, au mois d'Août 1876, je présentai à l'Académie la première partie de mes recherches relatives à l'intensité de la scintillation selon l'état de l'atmosphère, particulièrement sous l'influence de la pluie, je me proposais d'exposer bientôt la seconde partie, celle où seront traitées les influences particulières de la température, de la pression et de l'humidité de l'air (2). Quoique celles-ci aient été déjà mises en évidence dans les résultats généraux de la première partie, je désirais réunir un nombre de données suffisant au sujet de l'influence du froid pendant l'Hiver, avant de traiter les questions indiquées. Mais l'Hiver dernier, tout à fait exceptionnel par la continuité et l'abondance des pluies, a contrarié mon attente, en ne présentant que très-peu de jours de gelée. Les saisons suivantes, le Printemps et l'Été, se sont écartées, autant que l'Hiver et l'Automne précédents, de la marche ordinaire des mêmes saisons de l'année, par la fréquence des pluies.

---

(1) *Recherches sur le développement des infusoires* (Mém. de l'Acad., t. XXX, 1857). — *Description des infusoires de la Belgique* (Mém. de l'Acad., t XXXIV, 1864).

(2) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. XLII.

Ces circonstances exceptionnelles m'ont déterminé à attendre encore l'intervalle d'une année, afin d'atténuer l'influence de ces saisons pluvieuses sur l'ensemble des résultats.

Ce retard servira l'objet de mes recherches en favorisant leur accroissement, puisque, grâce à la demande de notre savant confrère M. Houzeau en vue d'insérer mes observations de chaque soirée au Bulletin météorologique de l'Observatoire de Bruxelles, je les ai poursuivies sans discontinuité. C'est ainsi que mes déterminations, qui comprenaient déjà deux cent trente soirées lors de la présentation de la première partie, en embrassent aujourd'hui quatre cent quarante-sept. Lorsque ces observations seront poussées jusqu'à la fin de l'Été prochain, elles formeront, depuis 1870, un ensemble dans lequel, à partir de 1875, trois années et demie consécutives seront comprises. Une suite aussi étendue élèvera à un haut degré de certitude les conclusions qui en seront déduites. Cette condition est tout à fait indispensable à l'étude des diverses questions qui se rattachent au phénomène de la scintillation.

Je crois utile de faire connaître, dès maintenant, que le nouvel ensemble de résultats s'étendant jusqu'à la fin de l'Été dernier, confirme le fait de l'influence prédominante de la pluie sur l'intensité de la scintillation, déjà signalé dans la première partie. Pour en donner la preuve, je mettrai en parallèle, dans le tableau suivant, ses intensités moyennes, les nombres de soirées d'observation et leurs coïncidences avec la pluie pour les quatre saisons de l'année, d'abord depuis l'origine de mes observations, en 1870, jusqu'au mois d'Août 1876, de façon à rappeler la première série, puis jusqu'à la fin du même mois en 1877, pour en former une seconde. Les soirées d'observation sont considérées comme ayant été en coïncidence avec la pluie quand il a plu soit le jour de l'observation, soit le lendemain ou le surlendemain.

SAISONS.	INTENSITÉ moyenne de la scintillation.		NOMBRE des soirées d'observation.		NOMBRE des coïncidences avec la pluie.		RAPPORTS des NOMBRES des coïncidences aux nombres des soirées d'observation.	
	Première série.	Seconde série.	Première série.	Seconde série.	Première série.	Seconde série.	Première série.	Seconde série.
Printemps	**70**	**75**	72	112	44	77	0,611	0,720
Été.	**52**	**57**	62	121	45	91	0,726	0,752
Automne	**64**	**70**	47	79	38	64	0,808	0,810
Hiver	**98**	**103**	49	90	32	72	0,653	0,800
MOYENNES ET SOMMES.	**71**	**76**	230	402	159	304	0,699	0,768

Nous voyons que, dans la seconde série, l'intensité moyenne de la scintillation est, pour chaque saison, supérieure de la même quantité 5 au nombre correspondant de la première. La continuité des pluies pendant l'année écoulée entre les mois d'Août de 1876 et de 1877, a donc également augmenté l'intensité du phénomène pour les diverses saisons (1).

Mais nous venons de traverser l'Automne de 1877, comprenant les mois de Septembre, Octobre et Novembre, pendant lesquels les pluies ont été moins persistantes et moins abondantes que pendant la même saison de l'an dernier. Il en résulte que l'intensité moyenne générale de l'Automne déterminée à l'aide de tous les résultats, y compris ceux de cette saison en 1877, se réduit à 68, valeur qui se rapproche de l'intensité 64 de la même saison dans la première série. Cette nouvelle valeur est déduite de cent vingt-six soirées d'observation, dont cent deux ont coïncidé avec la pluie (1).

---

(1) Rappelons ici que l'intensité de la scintillation exprime le nombre de changements de couleurs qu'une étoile scintillante accuse, en une seconde de temps, dans la lunette munie du scintillomètre que j'ai décrit précédemment avec détail; ce nombre étant ramené pour toutes les étoiles à la distance zénithale de 60°, à l'aide d'un procédé de calcul que j'ai également fait connaître.

Je dois rappeler maintenant ici que le scintillomètre que j'ai imaginé, consiste essentiellement en une lame de verre épais, montée obliquement sur un axe de rotation autour duquel elle tourne rapidement, en avant et près de l'oculaire de la lunette, de façon à imprimer un mouvement circulaire à l'image de l'étoile scintillante. Il ne s'agit donc pas ici d'un miroir tournant, ainsi que cela a été dit dans un résumé relatif à mes recherches, fort bien fait du reste, qui figure à la fin de l'article sur *les tempêtes d'Europe*, inséré dans l'Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles pour 1878. L'emploi d'un miroir tournant qu'Arago avait proposé dans le même but, donnerait lieu à une perte de lumière réfléchie beaucoup plus forte que l'affaiblissement minime, qui résulte de l'interposition d'une lame de verre, agissant simplement par réfraction sur le faisceau de rayons lumineux convergeant vers l'oculaire. (Addition.)

Concluons de cette diminution d'intensité relative à l'Automne que, si, sous le rapport des pluies, l'état atmosphérique rentre dans les conditions normales d'ici à la fin d'Août 1878, les moyennes des intensités de la scintillation pour les quatre saisons reviendront sensiblement aux valeurs correspondantes de la première série. La moyenne générale, qui s'est élevée à la valeur 76 pour la seconde série, suivra cette diminution et se rapprochera de la moyenne 71 de la première.

Remarquons ici que cette dernière moyenne est identique à celle que j'avais obtenue primitivement, à l'aide de déterminations relevées pendant soixante-six soirées des années 1870, 1871 et 1873, en vue d'établir des rapports entre les intensités respectives de la scintillation de quarante et une étoiles principales et la nature de leur lumière propre d'après l'analyse spectrale. L'identité de la moyenne

---

(1) Voici les données comparatives des deux Automnes de 1876 et de 1877 :

SAISONS.	INTENSITÉ moyenne de la scintillation.	NOMBRE des soirées d'observation.	NOMBRE des coïncidences avec la pluie.	RAPPORT de ces coïncidences aux nombres des soirées d'observation.	QUANTITÉ totale d'eau de pluie recueillie.
					mm.
Automne de 1876 .	80	32	26	0,81	231,80
Automne de 1877 .	64	47	38	0,80	190,80

des intensités relatives à ces étoiles, classées d'après les trois premier types du P. Secchi, et la moyenne générale de la série finissant en Août 1876, résulte de ce que les soixante-six soirées d'observation ont été fortuitement réparties, entre les diverses saisons, pendant les trois années indiquées, où l'état général de l'atmosphère est resté dans les conditions normales pour nos contrées.

En poursuivant mes recherches, je n'ai point perdu de vue la question que je viens de rappeler, celle des rapports de la scintillation d'une étoile avec la nature de son spectre. Comme j'inscris, après chaque soirée, les intensités absolues de la scintillation des étoiles observées, puis ces intensités réduites à 60° de distance zénithale, j'ai pu former facilement, pour chacune des quarante et une étoiles observées en premier lieu, la moyenne de l'intensité de sa scintillation réduite à 60° de distance zénithale, depuis l'origine de mes observations en 1870 jusqu'à la fin d'Août 1877. Ces étoiles étant classées d'après les trois premiers types du P. Secchi, comme elles l'avaient été primitivement, j'ai obtenu la moyenne relative à chacun de ces types. Ces résultats, qui reposent sur quatre cent et une soirées d'observation limitées à la fin d'Août 1877, sont rapprochés, dans le tableau suivant, des moyennes qui avaient été primitivement obtenues pour chacun des types, à l'égard des mêmes étoiles. Pour l'une et l'autre série, j'indique le nombre total des observations dont l'ensemble des étoiles composant chaque type a été l'objet.

On voit que la moyenne du premier type est restée identiquement la même, et que celles des deux autres n'ont guère varié, quoique, pour l'un et l'autre type, les nombres des observations aient été beaucoup plus grands dans la seconde série. C'est au point que le nombre total des déterminations, qui n'était que de 611 pour la première, s'élève à 5203 pour la seconde série. Quant à la moyenne générale relative à celle-ci, elle est 72, nombre très-voisin de la moyenne 71 de la première série.

SÉRIES D'OBSERVATIONS.	PREMIER TYPE. — Étoiles à spectre présentant quatre raies.		DEUXIÈME TYPE. — Étoiles à raies fines ou à bandes très-faibles.		TROISIÈME TYPE. — Étoiles à bandes nébuleuses et à raies noires.	
	Intensité moyenne de la scintillation.	Nombre des observations pour les étoiles de ce type.	Intensité moyenne de la scintillation.	Nombre des observations pour les étoiles de ce type.	Intensité moyenne de la scintillation.	Nombre des observations pour les étoiles de ce type.
Jusqu'au 1 décemb. 1873.	**86**	225	**69**	227	**59**	159
Id. 31 août 1877. .	**86**	1235	**74**	1195	**57**	773

Si la moyenne 72 déduite des déterminations s'étendant jusqu'à la fin d'Août 1877, est inférieure à la moyenne 76 dont il a été question plus haut, et qui a été obtenue à l'aide de toutes les observations effectuées pendant la même période de temps, il faut remarquer d'abord, que la dernière est déduite d'observations rangées par saisons, tandis que la moyenne 72 dépend de groupements d'étoiles. En outre, celles-ci n'étaient primitivement qu'au nombre de quarante et une, tandis que toutes les étoiles que j'ai cataloguées jusque maintenant, et dont les intensités particulières à chaque soirée ont servi à obtenir la moyenne 76, s'élève à cent huit, c'est-à-dire à plus du double du nombre d'étoiles primitif.

Les moyennes des intensités de ces cent huit étoiles, lorsqu'elles sont classées suivant les trois types du P. Secchi, restent sensiblement les mêmes que celles du dernier tableau. J'aurai occasion d'indiquer leurs intensités particulières dans un travail spécial, où je ferai connaître les variations de couleurs qu'elles présentent dans leur scintillation.

Les résultats précédents, qui reposent sur un nombre d'observations si grand, confirment d'une manière définitive le fait important que mes premières recherches, beaucoup moins nombreuses, avaient déjà établi, et que voici :

Les étoiles dont les spectres sont caractérisés par des bandes obscures et des raies noires scintillent moins que les étoiles à raies spectrales fines et nombreuses, et beaucoup moins que celles dont les spectres ne présentent que quelques raies principales.

Il ne peut y avoir maintenant aucun doute sur ce fait, qui explique comment M. Ch. Dufour, de Morges, a pu déduire de ses observations à l'œil nu, cette loi : « Outre » le fait de l'influence de la couleur des étoiles, il y a encore » entre leur scintillation des différences essentielles qui » paraissent provenir de la nature même des étoiles. »

Dans un prochain travail, je mettrai en regard des intensités particulières de toutes les étoiles que j'ai observées, les caractères particuliers du spectre de chacune, d'après les études si remarquables du P. Secchi et de MM. Huggins et Miller en Angleterre, comme je l'ai fait d'ailleurs pour les étoiles de la première série (1). Je ferai connaître alors les fréquences numériques des différentes couleurs que chaque étoile accuse, en scintillant, sur le trait circulaire que son image décrit dans la lunette munie du scintillomètre.

---

(1) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. XXXVIII, Août 1874.

Cette question des couleurs est très-complexe. Elles varient d'abord, dans leur fréquence, d'un type à l'autre, et même entre les étoiles du même type. En outre, toutes les couleurs sont affectées, pour une même étoile, dans leur teinte particulière, leur éclat, aussi bien que dans leur fréquence, d'abord par la température, par l'état de sécheresse ou d'humidité de l'atmosphère, puis par l'élévation de l'astre au-dessus de l'horizon. En effet, le même soir, et dans les conditions atmosphériques les plus avantageuses, le nombre de couleurs et leur éclat diminuent à mesure que l'étoile s'élève à l'Orient pour cesser d'être perceptibles à une certaine hauteur. Le phénomène est l'inverse à l'Occident, c'est-à-dire que le nombre de couleurs et leur éclat augmentent à mesure que l'étoile s'abaisse, bien entendu jusqu'à une certaine limite de hauteur au-dessus de l'horizon, et selon l'état de pureté de l air.

Quand l'étoile est élevée, la limite à laquelle les couleurs ne sont pas distinctes soit à l'Est ou à l'Ouest, est d'autant moins haute que le temps est beau et chaud.

Je ferai remarquer ici que, quand les variations de couleurs ne sont pas perceptibles à cause de l'élévation de l'étoile, son image décrit dans la lunette, par le jeu du scintillomètre, une circonférence qui présente alors uniformément la couleur propre de l'étoile. La constance de cette teinte, ainsi répartie sur un trait circulaire ayant une certaine épaisseur, nous donne la connaissance de la couleur de l'astre d'une manière bien plus certaine que quand son image est réduite à un point lumineux, plus brillant il est vrai, mais immobile, dans une lunette dépourvue de scintillomètre. Je crois donc que la transformation de l'image d'une étoile colorée, non scintillante à cause de la hauteur où on l'observe, en un trait circulaire de même teinte, par le jeu du scintillomètre que j'ai imaginé, est la base d'un procédé applicable à une étude et à une classification précise des étoiles d'après leurs couleurs propres. C'est ce que je ferai voir dans un autre travail, en indiquant des expériences à l'appui.

Si nous revenons aux couleurs perçues dans la scintillation, ce sont principalement le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le vert-bleu, le bleu proprement dit et le violet. Mais beaucoup de ces teintes diffèrent d'un type à l'autre, comme je le disais plus haut, abstraction faite des influences de la hauteur de l'astre et de l'état de l'atmosphère. Ainsi le rouge, qui est pour les trois types la couleur la plus constante, se rapproche, en général, du rouge compris entre les raies B et C du spectre solaire pour les étoiles des deux premiers types. Mais les étoiles du troisième accusent les unes un rouge sombre, les autres, le rouge feu, le rouge cerise ou une teinte rosée très-vive. Ces caractères du rouge à l'égard du troisième type me permettent souvent de distinguer une étoile, d'ailleurs peu brillante qui lui appartient, et que je cherche en pointant l'instrument vers le lieu de la constellation où elle doit se trouver.

Le bleu présente aussi, entre les étoiles scintillantes, des différences de nuances variées. Pour les étoiles des premiers types, le bleu est clair et présente souvent l'éclat du bleu d'acier. Mais le bleu des étoiles du troisième type revêt une teinte foncée, parfois assez sombre pour qu'il soit difficile de la distinguer. Ajoutons que le bleu m'a paru prédominer généralement parmi les autres couleurs, pour toutes les étoiles, quand le temps est à la pluie.

Le vert pur manque plus souvent que les autres couleurs. Mais j'ai dû distinguer du vert pur une teinte vert-bleu très-fréquente.

Le violet est très-rare pour toutes les étoiles, particulièrement pour celles du troisième type. Quand cette couleur est visible pour les étoiles des deux autres, c'est près de l'horizon.

Le jaune fait rarement défaut. Comme il est à prévoir, le jaune plus ou moins clair prédomine tout à fait pour un grand nombre d'étoiles, quand elles sont élevées au-dessus de l'horizon et qu'elles ne scintillent plus.

L'orangé se distingue très-souvent parmi les couleurs des étoiles du troisième type, quand elles scintillent; cette teinte serait alors avec le rouge, la couleur prédominante. Le P. Secchi a remarqué, comme on le sait, que les étoiles de ce type sont d'une couleur tirant plus ou moins sur le rouge et l'orangé (1).

Les différences que je viens d'indiquer succinctement ont évidemment pour cause, d'abord la couleur propre de l'étoile, qui résulte de l'excès ou de la privation de l'une des couleurs principales dans son spectre, puis du nombre et de la largeur des raies ou des bandes et zones obscures qui caractérisent celui-ci.

Il résulte de ce qui précède relativement aux variations de couleurs des étoiles dans la scintillation, que, pour réunir des indications certaines à cet égard, j'aurai à distinguer, pour chaque type et pour chaque étoile, d'abord deux séries d'observations, l'une se rapportant à un temps sec, et l'autre, à un temps pluvieux. Pour apprécier ensuite l'influence de la hauteur de l'étoile sur la fréquence relative de toutes les couleurs, il faudra établir, à l'égard de chaque étoile, un relevé du nombre de perceptions de chacune des couleurs, par zones de hauteur variant de 5 en 5 degrés, depuis 50° jusqu'à 80° de distance zénithale, qui sont les limites entre lesquelles j'observe le plus souvent.

---

(1) *Le Soleil*, par le P. Secchi, 2^e éd, t. II, p. 453.

Quant à la désignation des teintes, j'espère arriver à une précision suffisante à l'aide des subdivisions des cercles chromatiques établies par M. Chevreul.

Tout fait présumer que la plupart des couleurs dont il s'agit ici sont généralement des couleurs complémentaires. Arago a admis qu'au moment de l'observation d'une étoile scintillante, la couleur perçue est la teinte complémentaire des rayons de sa lumière propre qui font momentanément défaut dans l'œil ou la lunette. J'ai adopté également cette explication. L'expérience suivante, qui est nouvelle, ne doit point laisser de doute à cet égard, du moins pour plusieurs des couleurs que l'œil perçoit dans la lunette munie du scintillomètre. Pendant une soirée très-favorable aux observations par le calme et la sérénité de l'atmosphère, le trait circulaire décrit par l'image de l'étoile la Chèvre dans l'instrument étant très-étroit, et présentant des couleurs variées, d'un éclat très-vif, j'interposai, en avant de l'œilleton de la lunette, un prisme de verre à angle au sommet de petite ouverture, en plaçant sa section principale verticalement et parallèlement à l'axe de l'instrument. Je vis alors les deux arcs colorés apparaissant aux extrémités du diamètre vertical du cercle décrit par l'image stellaire, se décomposer en teintes différentes, disposées parallèlement à chacun des arcs primitifs, et suivant l'ordre de réfrangibilité de ces teintes, autant que la rapidité des changements qu'éprouvent celles-ci m'a permis d'en juger. La même décomposition s'est produite, comme on devait s'y attendre, pour d'autres arcs situés dans le plan de la section principale du prisme, lorsque je plaçai celui-ci suivant des inclinaisons différentes autour de l'axe de la lunette.

Cette expérience prouve incontestablement l'exactitude de la supposition d'Arago au sujet de couleurs perçues dans la scintillation, et qui seraient des teintes complémentaires, du moins pour un certain nombre, car l'œil doit percevoir souvent des couleurs simples ; je suis très-porté à le croire. Du reste, je me propose de reprendre ce genre d'expériences, et de résoudre entièrement cette question, en étudiant les couleurs perçues, non plus à l'aide d'un prisme ordinaire, mais au moyen du système plus commode des prismes spectroscopiques à vision directe, imaginé par Amici. Ces expériences, très-délicates, nous apprendront peut-être quel est le mélange des teintes produisant la couleur rosée qui caractérise souvent la scintillation des étoiles du troisième type.

Je dois ajouter ici que, quand une étoile est assez près de l'horizon, le trait circulaire décrit par son image et observé dans la lunette, sans qu'il y ait de prisme interposé en avant de l'œilleton, au lieu d'être mince, comme cela se présente quand l'étoile est plus élevée, devient épais. Les arcs colorés qui apparaissent alors sur le contour du trait, n'occupent pas constamment toute l'épaisseur de celui-ci : leurs positions sont différentes par rapport à cette épaisseur. Les distances de ces arcs au centre fictif du cercle décrit par l'image stellaire sont en rapport avec l'ordre de réfrangibilité des couleurs. Ce fait curieux, que j'ai remarqué quelquefois aussi à l'égard de certaines étoiles brillantes quand elles sont assez élevées, est un effet de forte dispersion produit par l'atmosphère, comme je le ferai voir; il devient apparent, dans les cas ordinaires, quand cette dispersion est notablement augmentée par l'abaissement de l'étoile.

On sait qu'Arago avait posé cette question : *La scintillation d'une étoile est-elle la même pour des observateurs diversement placés?* J'ai résolu la question dans le sens négatif, conformément à la prévision d'Arago, en montrant que les deux cercles décrits séparément dans la lunette munie du scintillomètre, par les rayons émanés d'une étoile scintillante, mais réfractés dans des directions différentes par les deux moitiés de l'objectif, ne sont pas identiques sous le rapport des couleurs, au même instant (1).

M. Donders, d'Utrecht, associé de la Classe, m'a fait part, lors de la célébration du centenaire de la fondation de l'Académie, d'une observation très-délicate qui confirme le fait dont il vient d'être question. Ce savant a constaté, à l'aide d'observations faites à la vue simple, qu'à un moment donné, la scintillation ne revêt pas constamment les mêmes caractères pour les deux yeux.

Voici un autre fait qui prouve encore que les rayons stellaires les plus rapprochés éprouvent des modifications différentes à l'égard de la scintillation, en traversant notre atmosphère. Lorsque je dirige la lunette munie de son scintillomètre vers une étoile double, telle que Castor, l'étoile principale et sa composante décrivent chacune un cercle particulier dans le champ de l'instrument. Ces deux cercles très-rapprochés, puisque leurs centres fictifs sont éloignés d'une distance en arc égale à celle des deux étoiles, se coupent suivant une corde commune, perpendiculaire à la ligne de jonction des centres. Or, j'ai constaté plusieurs fois, et particulièrement pour l'étoile Castor et son compagnon, que deux arcs colorés apparaissant en des points correspondants des deux circonférences décrites par leurs images, c'est-à-dire ayant le même angle de position sur ces contours, ne sont pas toujours identiques de couleur. Ainsi, si l'arc considéré au sommet du diamètre vertical du cercle décrit par Castor est rouge, l'arc qui apparaît, au même instant, au sommet du diamètre du contour décrit par son compagnon sera parfois jaune ou bleu. Ce fait est d'autant plus curieux que la distance des deux étoiles dont il s'agit n'excède pas 5 secondes d'arc (1).

---

(1) La séparation des faisceaux coniques des rayons réfractés par l'objectif en deux portions distinctes, a été réalisée en plaçant dans l'intérieur de la lunette deux demi-disques de verre inclinés en sens inverse par rapport à l'axe, de manière à déplacer latéralement les rayons qui les traversent et à former deux images focales de l'étoile. Voir, pour plus de détails, au t. XVII des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*

On serait en droit d'objecter ici que ce fait n'a rien de surprenant si les deux étoiles ne sont pas de même couleur, et que dans ce cas les arcs correspondants doivent présenter souvent des teintes différentes. Mais ce n'est pas le cas ici de tenir compte de cette objection, car, d'après Arago, Castor est composé de deux étoiles blanches, l'une de troisième et l'autre de septième grandeur (2).

Malgré la petitesse de l'angle de 5″ qui sépare les deux étoiles composantes, cet écartement angulaire suffit pour donner lieu aux différences de coloration que je viens de signaler.

On voit par ce fait combien les caractères que l'image d'une étoile accuse dans sa scintillation sont affectés par les différences momentanées de conditions dans lesquelles se trouvent des régions de l'air, même très-voisines, que deux faisceaux de rayons lumineux traversent séparément à un instant donné.

---

(1) *Traité élémentaire d'astronomie* de J. Herchel, § 833.

(2) *Astronomie*, t. I, p. 454.

Sur la découverte de l'apatite cristallisée à Salm-Château. Extrait d'une lettre de M. F. Pisani à M. C. Malaise, membre de l'Académie.

M. F. Pisani, minéralogiste à Paris, auquel on doit déjà l'analyse ou la découverte de substances minérales en Belgique (1), m'annonce qu'il a trouvé l'apatite cristallisée à Salm-Château. Si l'on en excepte les microlithes signalés dans les roches cristallines de la Belgique et de l'Ardenne française, cette substance n'a pas encore été rencontrée cristallisée dans notre pays.

« Voici, m'écrit M. Pisani le 9 novembre 1877, un petit gisement d'apatite qui vous intéressera en Belgique. Il s'agit de l'apatite cristallisée en *prismes hexagonaux* simples, parfois avec une légère troncature; d'un blanc laiteux et engagés dans la Dewalquite de Salm-Château. Ces cristaux ont, sur un des deux échantillons que je possède, près de deux millimètres de diamètre et sont assez allongés; au premier abord on les prend pour des prismes de quartz dont le sommet serait brisé ou caché. Les cristaux d'apatite sont engagés dans la Dewalquite elle-même. »

---

(1) Analyses : 1° de l'Andalousite d'Ottrez; 2° de la Dewalquite ou Ardennite de Salm-Château ; 3° d'un Manganèse oxydé du Luxembourg de Lierneux.

Présence du corindon à Salm-Château.

Note additionnelle au Mémoire sur les phénomènes de la digestion chez les insectes (publié en 1874); par M. Félix Plateau, membre de l'Académie.

Le Mémoire que j'ai publié en 1874, sous le titre : *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les insectes* (1) renferme l'énoncé d'un certain nombre de faits importants dont des travaux récents ont prouvé l'exactitude. Cependant, abordant alors, pour la première fois, une question neuve, je devais commettre quelques erreurs. Ainsi, sur le témoignage insuffisant de réactifs trop peu sensibles, j'ai avancé d'une façon absolue que « chez *tous les insectes* à l'état normal, les sucs digestifs sont alcalins ou neutres, *jamais acides* » (2).

Des naturalistes de grand mérite, se basant sur une hypothèse démontrée fausse depuis, l'analogie ou l'identité entre le liquide digestif principal des insectes et le suc gastrique des vertébrés, soutenaient, d'un autre côté, l'existence d'une acidité constante.

Désireux d'arriver à la vérité à cet égard, j'ai repris mes expériences, mais en employant, cette fois, des méthodes aussi soignées que possible; déterminant non-seulement les réactions du contenu et des parois des diverses parties du tube digestif, mais aussi des matières alimentaires fraîches.

Les réactifs ont été : une teinture de tournesol bleu ordinaire indiquant $\frac{1}{5000}$ d'acide chlorhydrique dissous, une teinture de tournesol bleu, très-sensible, indiquant $\frac{1}{20000}$ du même acide, la teinture de dahlia rouge indiquant $\frac{1}{10000}$ de soude caustique en solution, des papiers de tournesol bleu et de tournesol rougi préparés avec soin (1).

---

(1) *Mém. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XLI, 1874.

(2) Page 97.

J'ai opéré sur quarante individus appartenant à un grand nombre de types différents et effectué près de quatre cents essais.

Le tableau suivant renferme les résultats obtenus. Les en-têtes des colonnes ne demandent, je crois, aucune explication; quant aux signes employés voici leur traduction :

FR.	Réaction franche.
L.	Réaction légère.
TL.	Réaction très-légère.
TTL.	Réaction excessivement légère; à peine perceptible.
O.	Aucun effet.
?	Réaction douteuse.

Les vides indiquent qu'aucun essai n'a été fait à l'aide du réactif inscrit au haut de la colonne.

La colonne *observations* renferme un grand nombre de remarques utiles pour l'intelligence des résultats.

---

(1) Les réactifs liquides ont été employés comme suit : une lame de verre propre est placée sur un papier blanc; on y dépose un petit fragment du tissu ou de la matière à essayer, on ajoute une goutte ou deux du réactif, de tournesol, par exemple, et on couvre d'un verre à couvrir. La réaction est indiquée par la teinte de l'auréole qui se produit autour de la substance en expérience. La loupe est souvent utile pour les réactions très-faibles. Cette façon de procéder, employée par M. Jousset de Bellesme dans ses recherches sur la digestion de la Blatte, puis par moi dans mes recherches successives sur les phalangides et les aranéides et, enfin, dans le travail actuel, est incomparablement plus sûre que l'usage des papiers réactifs généralement trop peu sensibles et à indications souvent indécises

Insectes se nourrissant de matières animales.

	INSECTES.	ALIMENTS avalés PAR L'ANIMAL en expérience.	RÉACTION des aliments à l'état frais.	PARTIES du TUBE DIGESTIF essayées	RÉACTIONS des différentes parties du tube digestif					CARACTÈRES de la RÉACTION.	OBSERVATIONS.
					par les réactifs liquides.			par les papiers réactifs.			
					…rnesol …u …naire …quant $\frac{1}{\ldots}$ …ide …hydri que	Tournesol bleu très-sensible indiquant $\frac{1}{20000}$ d'acide chlorhydrique	Teinture de dahlia indiquant $\frac{1}{1000}$ de soude caustique	Tournesol bleu.	Tournesol rouge.		
1	Dytiscus marginalis ♀. .	Privé de nourriture depuis 7 jours	. . . .	Jabot; contenu et paroi (liquide verdâtre peu abondant).	.	L	0	. . . .	. . . . .	Légère acidité.	La légère acidité du tube digestif d'un individu privé de nourriture depuis sept jours montre que ce n'est pas exclusivement aux aliments qu'il faut attribuer l'acidité observée chez les Dytiques nourris.
				Intestin moyen, paroi et contenu (très-peu abondant.)	0	TL	0	TTL	0	Très-légère acidité	
				Intestin terminal, paroi et contenu)	. . .	0	0	. . . . .	. . . . .	Neutre.	
2	Dytiscus marginalis ♀. .	Privé de nourriture depuis quelques heures . . .	. . . . .	Contenu du jabot (liquide visqueux vert)	TL	TL	0	0	0	Très-légère acidité.	
				Paroi du jabot rapidement lavée	TTL	TTL	0	. . . . .	. . . . .	Très-légère acidité.	
				Intestin moyen; paroi et contenu	TTL	TTL	0	0	0	Très-légère acidité.	
				Intestin terminal; paroi et contenu	0	0	TTL ?	. . . . .	. . .	Très-légère alcalinité douteuse.	
3	Dytiscus marginalis ♂. .	Muscles de grenouille . .	Acide . . .	Jabot presque vide; paroi et contenu	. . . .	TL	0	. . . . .	. . . . .	Très-légère acidité.	Les nombreux cœcums glandulaires de l'intestin moyen se teignent en bleu (au microscope) par le tournesol.
				Intestin moyen; paroi et contenu	. . .	0	0	. . . . .	. . .	Neutre.	
4	Dytiscus marginalis ♀. .	Viande de bœuf crue . .	Acide . . .	Contenu du jabot .	L	FR	L?	. . . . .	. . . . .	Acide.	Les parois du jabot ne sécrétant rien, la légère acidité observée tient à un lavage incomplet.
				Paroi du jabot rapidement lavée	TTL	TTL	. . . .	. . . . .	. . . .	Très-légère acidité.	
				Contenu de l'intestin moyen	. . .	0	0	. . . . .	. . . . .	Neutre.	
				Paroi de l'intestin moyen lavée	. . . . .	0	0	. . . . .	. . . . .	Neutre.	

	INSECTES.	ALIMENTS avalés PAR L'ANIMAL en expérience.	RÉACTION des aliments à l'état frais.	PARTIES du TUBE DIGESTIF essayées.	RÉACTIONS des différentes parties du tube digestif					CARACTÈRES de la RÉACTION.	OBSERVATIONS.
					par les reactifs liquides.			par les papiers réactifs.			
					rnesol bleu rdinaire diquant $\frac{1}{10}$ acide rhydrique.	Tournesol bleu très-sensible indiquant $\frac{1}{20000}$ d'acide chlorhydrique.	Teinture de dahlia indiquant $\frac{1}{10000}$ de soude caustique.	Tournesol bleu.	Tournesol rougi.		
5	Dytiscus marginalis ♂ .	Viande de bœuf crue . . .	Acide . . .	Contenu peu abondant du jabot	TTL	TL	. . . .	. . . . .	. . . . .	Trace d'acidité.	
				Contenu de l'intestin moyen	0	TL	0	. . .	. . .	Trace d'acidité.	
				Paroi de l'intestin moyen (lavée rapidement)		?	0	. . . . .	. . . . .	Douteuse.	
6	Dytiscus marginalis ♀. .	Chair de bœuf ayant séjourné dans l'eau durant trois jours	Légèrement alcaline. .	Jabot, paroi et contenu .	. .	L	. . . .	. . . . .	. . . . .	Légère acidité.	
				Intestin moyen; contenu	TTL	TTL	0?	0	0	Très-légère acidité	
				Intestin moyen; paroi lavée	.	TTL	. . . .	. . . . .	. . . . .	Très-légère acdité.	
				Intestin terminal; paroi et contenu	. . .	TTL	. . . .	. . . . .	. . . . .	Trace d'acidité douteuse.	
7	Dytiscus dimidiatus ♂ .	Chair de porc fraîche . .	Légèrement acide . . .	Jabot; contenu . .	TTL?	TTL	0	TTL	0	Faible trace d'acidité.	
				Paroi du jabot lavée.	TTL?	TTL ?	0	. . . . .	. . . . .	Faible trace d'acidité.	
				Intestin moyen; paroi et contenu	0	0?	0	0	TTL ?	Neutre ou trace d'alcalinité.	
				Intestin terminal; paroi et contenu.	. . . . .	0	. . . .	. . . . .	. . . . .	Pas acide.	
				Glandes anales	. . . .	FR	. . . .	. . . . .	. . . . .	Acidité franche.	Cette acidité des glandes anales explique le fait observé chez un Acilius (nº 8.)
8	Acilius sulcatus ♂. . .	Chair de bœuf ayant séjourné dans l'eau pendant deux ou trois jours.	Légèrement alcaline. .	Jabot; contenu et paroi.	. . . .	TTL	. . . .	. . . . .	. . . . .	Très-légère acidité.	
				Intestin moyen; contenu et paroi	. . . .	TTL	0	0	0	Très-légère acidité.	
				Intestin terminal; contenu et paroi	. . . .	FR	. . . .	. . . . .	. . . . .	Acidité franche.	L'acidité apparente de l'intestin terminal est due à quelques vestiges des glandes anales (*voyez* nº 7.)
9	Carabus auratus ♂. . .	Viande de bœuf crue . .	Acide . . .	Contenu du jabot . . .	FR	FR	. . . .	. . . . .	. . .	Acidité franche.	
				Paroi du jabot lavée rapidement.	. . . .	TL	. . . .	. . . . .	. . . . .	Trace d'acidité.	

	INSECTES.	ALIMENTS avalés PAR L'ANIMAL en expérience.	RÉACTION des aliments à l'état frais.	PARTIES du TUBE DIGESTIF essayées.	REACTIONS des différentes parties du tube digestif					CARACTÈRES de la RÉACTION.	OBSERVATIONS.
					par les réactifs liquides.			par les papiers réactifs			
					Tournesol bleu ordinaire indiquant $\frac{1}{5000}$ d'acide chlorhydrique.	Tournesol bleu très-sensible indiquant $\frac{1}{20000}$ d'acide chlorhydrique.	Teinture de dahlia indiquant $\frac{1}{10000}$ de soude caustique	Tournesol bleu.	Tournesol rougi.		
9 (suite)	Carabus auratus ♂ . .	Viande de bœuf crue . .	Acide . . .	Contenu de l'intestin moyen.	0?	TL	. . . .	. . . . .	. . . . .	Trace d'acidité.	Au microscope, les cœcums plongés dans le tournesol bleu sensible restent blancs.
				Paroi de l'intestin moyen lavée rapidement . .	. .	0	TL?	. . . .	. . . . .	Trace d'alcalinité douteuse.	
				Intestin terminal; par et contenu . . .	. . . .	0	0	. . . . .	. . . . .	Neutre.	
10	Ocypus olens ♂ . . .	Muscles de lombric . .	Légèrement acide . . .	Intestin moyen; paroi et contenu	0	FR	0	0?	0	Acidité franche.	
				Intestin moyen; paroi rapidement lavée. . .	0	L	. . . .	. . . . .	. . . . .	Légère acidité.	
				Intestin moyen; contenu seul	. . . .	L	. . . .	. . . . .	. . . . .	Légère acidité.	
11	Necrophorus vespillo ♂.	. . . .	. . . .	Intestin moyen; paroi et contenu	0	TTL	0	. . . . .	. . . . .	Trace d'acidité à la longue.	
				Intestin terminal; par et contenu . . .	0	TTL ?	0	. . . . .	. . . . .	Trace d'acidité douteuse.	
12	Geotrupes vernalis. . .	Bolets décomposés. . .	Neutre. . .	Intestin moyen; paroi contenu	0	TTL	0	. . . . .	. . . . .	Trace d'acidité.	C'est avec doute que nous rangeons les Géotrupes dans cette série.
				Intestin moyen; par lavée rapidement. .	. .	0	. . . .	. . . . .	. . . . .	Pas acide.	
				Intestin terminal; par et contenu.	0	0	0	0	TTL	Trace d'alcalinité.	
13	Geotrupes vernalis. . .	Bolets décomposés. . .	Neutre . .	Intestin moyen; paroi et contenu	0	0	0	0	0	Neutre.	
				Intestin moyen; paroi lavée rapidement. . .	. .	0	. . . .	. . . . .	. . . . .	Pas acide.	
				Intestin terminal; par et contenu . . .	0	0	0	0	0	Neutre.	

	INSECTES	ALIMENTS avales PAR L'ANIMAL en experience.	RÉACTION des aliments à l'état frais.	PARTIES du TUBE DIGESTIF essayées.	RÉACTIONS des différentes parties du tube digestif					CARACTÈRES de la RÉACTION.	**OBSERVATIONS.**
					par les réactifs liquides.			par les papiers réactifs.			
					rnesol bleu dinaire ndiquant 1/000 d'acide hydrique	Tournesol bleu très-sensible indiquant 1/20000 d'acide chlorhydrique.	Teinture de dahlia indiquant 1/10000 de soude caustique	Tournesol bleu	Tournesol rougi.		
14	Libellula	Insectes	Douteuse .	Contenu du jabot . .	. .	FR	. .	. . .	. . .	Acidité franche.	
				Intestin moyen; contenu et paroi	FR	FR	. .	. . . . .	. . . .	Acidité franche	
				Intestin terminal . .	?	?	. . .	. . . .	. . . .	Douteuse.	
15	Aeschna maculatissima ♂	Eristalis tenax	Neutre. . .	Contenu du jabot. . .	0	0?	0	0	0	Neutre ou trace très-légère d'acidité douteuse.	L'animal en expérience venait de dévorer, sous nos yeux, une Éristale depuis une heure et se trouvait donc dans les meilleures conditions. Cependant il a été impossible de déceler autre chose qu'une acidité tres-légère, peut-être douteuse.
				Paroi du jabot lavée rapidement	.	0?	. .	. . . .	. . . . .	Neutre ou trace très-légère d'acidité douteuse.	
				Contenu de l'intestin moyen.	0	TL à la longue	0	0?	0	Faible trace d'acidité.	
				Origine de l'intestin moyen; paroi lavée rapidement		0	. . .	. . . . . .	. . . .	Pas acide.	
				Région moyenne de l'intestin moyen; paroi lav rapidement.	0	0	0	. . . . . .	. . . . . .	Neutre.	
				Intestin terminal; contenu et paroi	.	0	. . . .	. . . . . .	. . . . . .	Pas acide.	
16	Locusta viridissima ♂. .	Insectes	. . . .	Contenu du jabot . .	FR	FR	0	. . . . . .	. . . . . .	Acidité franche.	La sauterelle verte a été rangée ici parce que des débris d'insectes avaient été reconnus dans le jabot et que, d'apres plusieurs observateurs, elle est aussi carnassière que phytophage.
				Paroi du jabot lavée rapidement	0	TL	0	. . . . .	. . . . . .	Trace d'acidité.	
				Contenu abondant des cœcums	0	0	0?	. . . . . .	0	Neutre.	
				Paroi des cœcums rapidement lavée . . .	0	0	TL	. . . . . .	. . . . . .	Trace d'alcalinité.	Remarquer que les cœcums sécrètent un liquide neutre, peut-être légèrement alcalin.
				Intestin moyen; paroi et contenu	0	0	0	. . . . .	. . . -	Neutre.	
				Intestin terminal; paroi et contenu . . .	0	0	0	. . . . .	. . . . . .	Neutre.	
17	Calliphora vomitoria . .	. . . .	. . . . .	Intestin moyen; paroi contenu. . . .		0	0	. . . . .	. . . . . .	Neutre.	

Insectes omnivores.

	INSECTES.	ALIMENTS avales PAR L'ANIMAL en expérience.	RÉACTION des aliments à l'état frais.	PARTIES du TUBE DIGESTIF essayées.	RÉACTIONS des différentes parties du tube digestif					CARACTÈRES de la RÉACTION.	OBSERVATIONS.
					par les réactifs liquides.			par les papiers réactifs			
					rnesol leu caire iquant 1/[illegible]00 acide ydrique.	Tournesol bleu très sensible indiquant 1/[illegible]0000 d'acide chlorhydrique	Teinture de dahlia indiquant 1/10000 de soude caustique	Tournesol bleu.	Tournesol rouge.		
18	Periplaneta orientalis. .	. . . . .	. . . .	Glandes salivaires. . .	.	0	0	. . . . .	. . . . .	Neutre.	J'ai expliqué ailleurs (*Note sur les phénomènes de la digestion chez la Blatte américaine*. BULLET. DE L'ACAD. 1876, la cause de l'acidité du contenu du jabot
				Contenu du jabot . .	FR	FR	. . . .	. . . . .	. . . . .	Acidité franche.	
				Cœcums de l'intestin moyen.	0	TL	0	. . . .	. . .	Trace d'acidité.	
				Intestin terminal ; contenu	.	0	TL	. . . . .	TL	Trace d'alcalinité.	
19	Forficula auricularia ♀ .	. . . .	. . . .	Jabot; contenu et paroi .	. .	FR	0	. . . . .	. . . . .	Acidité franche.	Insecte rangé parmi les omnivores. Latreille, Léon Dufour, Kirby, M. Corrie, etc., citant de nombreux cas où il a été vu mangeant des matières animales.
				Intestin moyen; contenu et paroi		L	0	. . . . .	. . . . .	Légère acidité.	
				Intestin terminal . . .	. .	0	. . . .	. . . . .	. . . . .	Probablement neutre.	

Insectes se nourrissant de matières végétales.

	INSECTES.	ALIMENTS avales PAR L'ANIMAL en expérience.	RÉACTION des aliments à l'état frais.	PARTIES du TUBE DIGESTIF essayées.						CARACTÈRES de la RÉACTION.	OBSERVATIONS.
20	Hydrophilus piceus ♂. .	Elodea canadensis . .	Légèrement acide. . .	OEsophage; paroi et contenu	0	0	0?	0	TL	Très-légère alcalinité.	Les aliments sont légèrement acides; cette acidité est neutralisé dès l'œsophage; au delà la réaction alcaline des sécrétions du tube digestif l'emporte.
				Intestin moyen; paroi et contenu	0	TTL?	L	0	L	Légère alcalinité.	
				Intestin moyen; contenu seul	0	0	TL?	0	L	Légère alcalinité.	
				Intestin terminal; paroi et contenu . . .	0	0	0	0	TL	Trace d'alcalinité.	
21	Hydrophilus piceus ♂ .	Elodea canadensis . . .	Légèrement acide . . .	OEsophage ; paroi et contenu	. .	TTL	0	0	0	Très-légère acidité.	Même observation; seulement dans l'œsophage l'acidité des aliments était encore perceptible.
				Intestin moyen; paroi et contenu	0	0	0?	0	TTL	Très-légère alcalinité.	
				Intestin terminal; paroi et contenu	0	0	0?	0	TTL	Très-légère alcalinité	

	INSECTES.	ALIMENTS avalés PAR L'ANIMAL en expérience.	RÉACTION des aliments à l'état frais.	PARTIES du TUBE DIGESTIF essayées.	RÉACTIONS différentes parties du tube digestif					CARACTÈRES de la RÉACTION.	OBSERVATIONS.
					par les réactifs liquides.			par les papiers réactifs			
					rnesol bleu dinaire iquant $\frac{1}{[illegible]}$ acide rhydrique	Tournesol bleu très-sensible indiquant $\frac{1}{20000}$ d'acide chlorhydrique	Teinture de dahlia indiquant $\frac{1}{1000}$ de soude caustique	Tournesol bleu	Tournesol rougi		
22	Stetheophyma grossum ♀	Graminées	Acide . . .	Contenu du jabot . .	FR	FR	0	. . . . .	. . . .	Acidité franche.	La décoction des graminées en question, à l'état frais, rougit le tournesol. Les aliments sont donc acide. Cette acidité est neutralisée dans le tube digestif.
				Paroi du jabot lavée .	. . .	L	. . . .	. . . . .	. . . . .	Légère acidité, provenant d'un lavage incomplet.	
				Cœcums	0	TTL ?	0	. . .	0	Trace d'acidité douteuse.	
				Contenu de l'intestin moyen	0	0	0	. . . . .	. . . . .	Neutre.	
				Intestin moyen; paroi lavée	0	0	0	. . . . .	. . . . .	Neutre.	
23	Bombus lapidaria ♀ . .	Suc des fleurs de capucine.	Neutre. . .	Poche de succion . .	.	0	. . . .	. . . . .	. . . . .	Pas acide.	
				Intestin moyen; paroi et contenu	.	TL	0	L	0	Légère acidité.	
				Intestin terminal; paroi et contenu	. . . . .	0	0	0	0	Neutre.	
24	Bombus terrestris ♀ . .	Suc des fleurs de capucine.	Neutre .	Poche de succion . .	. . . .	0	. . . .	. . . . .	. . . . .	Pas acide.	
				Intestin moyen; paroi et contenu	0	L	0	L	0	Légère acidité.	
				Intestin moyen; paroi lavée rapidement.	. . .	0	. . . .	. . . . .	. . . . .	Pas acide.	
				Intestin terminal; paroi et contenu	0	0?	0	0 ?	. . .	Trace d'acidité douteuse.	
25	Vanessa atalanta ♂ . .	Suc des fleurs de la Clematis flammula . . .	Légèrement alcaline. .	Intestin moyen; paroi et contenu	0	0	0	0	. . . .	Neutre.	Comme chez d'autres lépidoptères, les globules qui remplissent les cellules épithéliales de l'intestin sont naturellement roses.
26	Triphœna pronuba ♂ .	. . . . . .	. . . .	Intestin moyen; paroi et contenu	0	0	0	. . . . .	. . . . .	Neutre.	

	INSECTES.	ALIMENTS avalés PAR L'ANIMAL en expérience.	RÉACTION des aliments à l'état frais.	PARTIES du TUBE DIGESTIF essayées.	RÉACTIONS des différentes parties du tube digestif					CARACTÈRES de la RÉACTION.	OBSERVATIONS.
					par les réactifs liquides.			par les papiers réactifs			
					Tournesol bleu ordinaire indiquant $\frac{1}{5000}$ d'acide chlorhydrique.	Tournesol bleu très-sensible indiquant $\frac{1}{20000}$ d'acide chlorhydrique.	Teinture de dahlia indiquant $\frac{1}{10000}$ de soude caustique	Tournesol bleu.	Tournesol rougi		
27	Catocala nupta ♀ . . .	. . . .	. . . .	Intestin moyen; paroi et contenu	0	0 ?	0	0	. . . .	Neutre ou acidité très-douteuse.	
				Deuxième fragment du même.	0	0	0	0	. . . . .	Neutre.	
				Intestin terminal; paroi et contenu	0	0	0	0	. . . . .	Neutre.	
28	Volucella zonaria . . .	. . . .	. . . .	Intestin moyen; paroi et contenu	0	0	0	0	0	Neutre.	
29	Eristalis tenax	. . . .	. . . .	Organe de succion.	. .	0	. . . .	. . . . .	. . . . .	Pas acide.	
				Intestin moyen; paroi et contenu	0	0	. . . .	. . . . .	0 ?	Neutre ou alcalinité douteuse.	
				Intestin terminal; paroi et contenu . . .	. .	0	. . . .	. . . . .	. . . . .	Pas acide.	
30	Oryctes nasicornis (larve)	Tan	Neutre. . .	Cœcums de la première série	0	0	0	. . . . .	. . . .	Neutre.	La decoction aqueuse de tan semble légèrement alcaline et n'est certainement pas acide. Une alcalinité franche due aux secrétions de l'intestin moyen se montre dans cette portion du tube digestif. Seul le contenu de l'intestin terminal (les excréments) se montre très-légèrement acide.
				Cœcums de la deuxième série	0	0	L ?	. . . . .	. . . . .	Alcalinité douteuse.	
				Contenu de l'intestin moyen.	0	0	FR	. . . . .	. . . . .	Alcalinité franche.	
				Intestin moyen; paroi lavée rapidement . .	. . . . .	0	0	. . . . .	. . . . .	Neutre.	
				Contenu de l'intestin terminal	0	TL	0	. . . . .	. . . . .	Très-légère acidité.	
31	Pieris brassicae (chenille)	Feuilles de Capucine. .	Acide . . .	Contenu de l'intestin moyen	0	0	FR	. . . . .	FR	Alcalinité franche.	Les aliments sont acides; cette acidité est neutralisée et fait place dans l'intestin moyen à une alcalinité franche.
				Intestin moyen; paroi rapidement lavée. . .	0	0	L ?	. . . . .	. . . . .	Neutre ou légère alcalinité.	

	INSECTES.	ALIMENTS avalés PAR L'ANIMAL en expérience.	RÉACTION des aliments à l'état frais.	PARTIES du TUBE DIGESTIF essayées.	RÉACTIONS des différentes parties du tube digestif par les réactifs liquides. Tournesol bleu ordinaire indiquant $\frac{1}{5000}$ d'acide chlorhydrique	Tournesol bleu très-sensible indiquant $\frac{1}{20000}$ d'acide chlorhydrique.	Teinture de dahlia indiquant $\frac{1}{10000}$ de soude caustique.	par les papiers réactifs. Tournesol bleu.	Tournesol rougi	CARACTÈRES de la RÉACTION.	OBSERVATIONS.
32	Cossus ligniperda (chenille)	. . . .	. . . . .	Glandes antérieures .	. . . .	0	. . . .	. . .	. . . . .	Pas acide.	
				Contenu de l'intestin moyen	.	0	TL ?	. . . . .	. . . .	Trace d'alcalinité douteuse.	
				Intestin moyen; paroi lavée rapidement . . .	. . . . .	0	. . . .	. . . . .	. . . . .	Pas acide.	
				Contenu de l'intestin terminal	. . . . .	0	. . . .	. . . . .	TL	Trace d'alcalinité.	
33	Liparis dispar (chenille) .	Feuilles d'abricotier .	Acide . . .	Liquide dégorgé .	. . .	L	0	. . . . .	. . . . .	Légère acidité.	Les aliments sont acides; ceux-ci venant d'être avalés, comme le prouve leur aspect, leur réaction n'a pas encore été neutralisée comme elle l'aurait été plus tard (voyez le cas suivant).
				Contenu de l'intestin moyen (feuilles découpées menu)	FR	FR	0	. . . . .	. . . . .	Acidité franche.	
				Intestin moyen; paroi lavée rapidement . . .	0	TL	. . . .	. . . . .	. . . . .	Trace d'acidité.	
				Intestin terminal; contenu.	. . . .	0	L	. . . . .	. . . . .	Légère alcalinité.	
34	Liparis dispar (chenille)	Feuilles d'abricotier . .	Acide . . .	Contenu de l'origine de l'intestin moyen . . .	L	FR	. . . .	. . . . .	. . . . .	Acidité franche.	Cas très-remarquable et très-net dans lequel on voit l'acidité propre des aliments successivement neutralisée par la réaction alcaline du liquide digestif.
				Paroi lavée de l'origine de l'intestin moyen . .	0	TL ?	. . . .	. . . . .	. . . . .	Trace d'acidité douteuse.	
				Contenu du milieu de l'intestin moyen . . .	. . . .	0	L	. . . . .	. . . . .	Légère alcalinité.	
				Paroi lavée du milieu de l'intestin moyen . . .	. . . . .	. . . . .	L	. . . . .	. . . . .	Légère alcalinité.	
				Contenu de l'intestin terminal	. . . . .	0	FR	. . . . .	. . . . .	Alcalinité franche.	
				Intestin terminal; paroi lavée	. . .	0	TL	. . . .	. . . . .	Trace d'alcalinité.	
35	Euprepia lubricipeda (chenille	Feuilles de Sedum telephium.	Légèrement acide. . .	Contenu de l'intestin moyen.	0	0	FR	0	FR	Alcalinité franche.	Cas analogue; aliments acides; acidité détruite par l'alcalinité du liquide digestif.
				Paroi de l'intestin moyen lavée rapidement . . .	0	0	0 ?	0	TL	Trace d'alcalinité.	
				Intestin terminal; paroi et contenu	. . . . .	TL?	. . . .	. . . . .	. . . . .	Trace d'acidité douteuse.	

	INSECTES.	ALIMENTS avalés PAR L'ANIMAL en expérience.	RÉACTION des aliments à l'état frais.	PARTIES du TUBE DIGESTIF essayées.	RÉACTIONS des différentes parties du tube digestif					CARACTÈRES de la RÉACTION.	OBSERVATIONS.
					par les réactifs liquides.			par les papiers réactifs.			
					Tournesol bleu ordinaire indiquant $\frac{1}{5000}$ d'acide chlorhydrique.	Tournesol bleu très-sensible indiquant $\frac{1}{20000}$ d'acide chlorhydrique	Teinture de dahlia indiquant $\frac{1}{10000}$ de soude caustique.	Tournesol bleu.	Tournesol rougi.		
36	Pygaera bucephala (chenille) . . . . Individu non encore arrive à la période de la nymphose et mangeant activement.	Feuilles de tilleul . . .	Très-légèrement acide	Contenu de l'intestin moyen (feuilles finement divisées)	0	0	TL	0	TL	Très légère alcalinité.	Cas analogue au précédent.
				Paroi de l'intestin moyen lavée	0	0	0	. . . .	. . . . .	Neutre	
				Contenu de l'intestin terminal (excréments). . .	0	TL	0	L	0	Légère acidité.	
37	Pygaera bucephala (chenille) . . . . Individu prêt à s'enterrer pour la nymphose.	. . . .	. . . .	Contenu de l'intestin moyen (liquide visqueux brun-rougeâtre) . . .	0	0	L?	0	L	Très-légère alcalinité.	Le tube digestif ne renferme qu'un liquide visqueux. Celui-ci est cependant encore légèrement alcalin dans l'intestin moyen, siége de la digestion; il ne devient acide que dans l'intestin terminal.
				Paroi de l'intestin moyen lavée	0	0	0?	0	TL	Alcalinité douteuse.	
				Paroi et contenu de l'intestin terminal	TL	FR	0	FR	0	Acidité franche.	
38	Sphinx ligustri (chenille).	Feuilles de Viburnum opulus.	Légèrement acide . . .	Contenu de l'intestin moyen.	0	0	FR	0	FR	Alcalinité franche.	Les feuilles de lilas dont cette chenille se nourrit ordinairement sont aussi légèrement acides.
				Intestin moyen; paroi lavée rapidement . . .	0	0	L	. . . . .	. . . . .	Légère alcalinité.	Cas analogue aux précédents; malgré la légère acidité de la matière avalée, le contenu de l'intestin moyen, en plein milieu et en pleine digestion est franchement alcalin. On ne constate d'acidité que dans les excréments renfermés dans l'intestin terminal.
				Contenu de l'intestin terminal (excréments) . .	FR	FR	0	. . . . .	. . . . .	Acidité franche.	
				Intestin terminal; parois lavées	TL	L	0	. . . . .	. . . . .	Légère acidité.	

Myriapodes.

	INSECTES.	ALIMENTS avalés PAR L'ANIMAL en expérience.	RÉACTION des aliments à l'état frais.	PARTIES du TUBE DIGESTIF essayées	RÉACTIONS des différentes parties du tube digestif par les réactifs liquides. Tournesol bleu ordinaire indiquant $\frac{1}{5000}$ d'acide chlorhydrique	Tournesol bleu très-sensible indiquant $\frac{1}{20000}$ d'acide chlorhydrique	Teinture de dahlia indiquant $\frac{1}{1000}$ de soude caustique.	par les papiers réactifs. Tournesol bleu.	Tournesol rougi.	CARACTÈRES de la RÉACTION.	OBSERVATIONS.
39	Lithobius forficatus . .	. . . .	. . . . .	Intestin moyen; paroi et contenu		0	0	. . . . .	. . . . .	Neutre.	
40	Lithobius forficatus. . .	. . . .	. . . . . .	Intestin moyen; paroi et contenu	0	0	0	. . . . .	. . . . .	Neutre.	Résultats analogues à ceux que j'avais déjà observés dans mes recherches antérieures sur la digestion chez les Myriapodes.
				Intestin terminal; paroi et contenu	. . . .	0	. . . .	. . . . .	. .	Pas acide.	
41	Himantarium Gervaisii .	. . . .	. . . . . .	Intestin moyen; paroi et contenu	0	0	0	. . . . .	TL	Trace d'alcalinité.	

A l'inspection de ces résultats, je reconnais volontiers que j'ai été trop affirmatif en assurant que jamais la sécrétion du tube digestif des insectes n'était acide. Mais entre cet aveu franc et l'acceptation de l'hypothèse inverse que l'acidité serait un phénomène constant, il y a une grande distance que ces nouvelles expériences soignées ne permettent pas de franchir. En effet, il semble résulter des essais ci-dessus, que si on fait abstraction des insectes suceurs qui ne peuvent guère fournir de données sérieuses, les insectes maxillés se partagent naturellement en deux groupes :

1° *Les carnassiers et les omnivores;* c'est-à-dire ceux qui se nourrissent en tout ou en partie de matières animales (n^{os} 1 à 19), chez lesquels le liquide digestif est légèrement acide; mais d'une acidité souvent si faible qu'elle peut ne pas être décelée par du tournesol ordinaire indiquant cependant $\frac{1}{5000}$ d'acide chlorhydrique dissous et qu'il faut employer une teinture de tournesol sensible à $\frac{1}{20000}$.

2° *Les insectes qui se nourrissent de matières végétales* (n^{os} 20 à 22, 30 à 32, 34 à 38), chez lesquels le liquide digestif est alcalin. Ceux-ci nous rendent témoins du phénomène suivant, surtout accusé chez les chenilles : les feuilles sont presque toujours légèrement acides, cette acidité est ou neutralisée dans le canal alimentaire, ou même fait place à une réaction alcaline lorsque la digestion est en pleine activité. Ce n'est que dans les excréments et à la suite, probablement, d'une décomposition partielle que réapparaît une certaine acidité (1).

Si donc j'ai eu tort d'affirmer que les liquides digestifs des insectes sont constamment neutres ou alcalins, il n'en reste pas moins parfaitement vrai qu'une sécrétion digestive *alcaline* s'observe chez un grand nombre d'entre eux, peut-être chez tous les phytophages.

Reste, pour terminer, à répondre à deux objections; la première, que je suis en désaccord avec le principe de l'unité de plan des fonctions organiques, la seconde que je semble oublier l'acidité caractéristique du suc gastrique des vertébrés.

Grâce aux travaux de physiologistes éminents et à mes propres recherches antérieures, il n'y a qu'une seule réponse à faire : le liquide digestif des articulés, insectes, myriapodes, arachnides et crustacés, n'est pas du tout l'analogue du suc gastrique des vertébrés; il se rapproche plutôt du suc pancréatique des animaux supérieurs; l'acidité qu'on peut y observer assez souvent, n'est qu'un caractère très-accessoire et *non le signe d'une propriété physilogique*. De plus, j'avais entrevu chez les insectes (2), M. Hoppe-Seyler a démontré chez les crustacés (3) et j'ai vérifié chez les aranéides (1) que le ferment sous l'influence duquel s'effectue la digestion des albuminoïdes est évidemment tout autre que la pepsine gastrique des vertébrés; l'addition de très-faibles quantités d'acide chlorhydrique, loin d'activer son action, la ralentissant ou l'arrêtant complétement.

---

(1) L'expérience est frappante pour les chenilles qui se nourrissent de feuilles de capucine (*Tropœolum majus*).

(2) *Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les insectes*. (Mém. de l'Acad. roy. de Belgique, t. XLI, 1874), page 22.

(3) *Ueber Unterschiede im chemischen Bau und der Verdanungs höherer und niederer Thiere*. (Archiv. fur die gesammte physiologie de Pflüger, Bd. 14, 1877), p. 395.

J'espère que les naturalistes qui ont cru devoir faire des observations ou des réserves lors de la publication de mes Recherches sur la digestion chez les insectes, reconnaîtront que j'ai fait des efforts pour arriver à la vérité, tiendront compte des résultats et les vérifieront au besoin.

RECHERCHES SUR LES MINÉRAUX BELGES (4e notice). *Sur la Kaolinite* (PHOLÉRITE) *de Quenast et du terrain houiller;* par M. L.-L. de Koninck, Dr Sc., chargé de cours à l'Université de Liége.

Il y a quatre ans, j'ai rencontré à Quenast, dans la diorite quartzeuse, des parties de roche formées principalement de pyrite en grains irréguliers et d'une matière nacrée, d'une blancheur parfaite, presque sans cohérence et excessivement douce au toucher. C'est dans la carrière du bois de Neppe, aujourd'hui complétement abandonnée, que j'ai trouvé cette substance.

Au premier abord, j'ai cru pouvoir la rapporter à l'espèce désignée généralement sous le nom de Pholérite; l'analyse est venue confirmer ces vues.

---

(1) *Recherches sur la structure de l'appareil digestif et sur les phénomènes de la digestion chez les Aranéides dipneumones*, 3e partie. (BULLET. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, 2e série, t. XLIV, 1877).

En choisissant, dans les échantillons que j'avais récoltés, les parties les plus pures, en les broyant simplement entre les doigts et en les passant à un tamis très-fin, j'ai pu séparer presque complétement la pyrite et les grains durs. La matière ainsi obtenue a fourni à l'analyse :

Perte au feu.	14.49
SiO^2	45.58
Al^2O^3.	36.80
Fe^2O^3.	3.68
CaO	traces
MgO .	
Alcalis	
	100.55

Ces résultats conduisent à la formule :

$$Al^2O^3, 2SiO^2, 2H^2O.$$

La composition correspondante est :

H^2O.	13.90
SiO^2	46.33
Al^2O^3	39.77
	100.00

Les différences entre les résultats de l'analyse et le calcul s'expliquent par la présence de pyrite. Cette dernière a été constatée qualitativement, mais la quantité de substance que j'avais ne m'a pas permis d'en faire le dosage.

La formule que j'indique plus haut n'étant pas admise par tous les auteurs pour la pholérite, j'ai cru faire chose utile en soumettant à l'analyse un échantillon parfaitement caractérisé de pholérite du terrain houiller. J'y étais d'autant plus porté, que nous ne possédons aucune analyse récente de ce minéral, si répandu cependant dans les charbonnages du pays.

J'ai fait choix, pour l'essai, d'un échantillon provenant de la houillère de la Haye à Saint-Gilles (Liége). La pholérite se rencontre, dans cette exploitation, en petites masses aplaties irrégulières, provenant du remplissage de fentes d'un schiste grossier; elles atteignent par places plusieurs millimètres d'épaisseur. C'est une matière blanche, d'aspect cireux, onctueuse au toucher, facile à rayer par l'ongle, à poussière écailleuse, paraissant parfaitement exempte de tout mélange, infusible mais durcissant au feu comme les argiles.

Deux analyses concordantes ont donné :

H^2O	13.88	13.91
SiO^2	45.95	45.97
Al^2O^3	40.27	40.12
	100.10	100.00

Traces de Fe^2O^3, CaO, MgO et alcalis.

Ces analyses conduisent aussi à la formule :

$$Al^2O^3,\ 2SiO^2,\ 2H^2O.$$

L'absence presque complète de fer est assez remarquable, vu la forte proportion de ce métal qui se trouve dans les roches houillères.

J'ai enfin analysé également des échantillons de pholérite écailleuse, pulvérulente, de couleur jaunâtre par suite de mélange d'une petite quantité de limonite. Ces échantillons appartenaient à feu M. Wigny, collectionneur consciencieux de notre ville; ils étaient étiquetés de sa main, l'un : *Pholérite du terrain houiller. — Bagatelle (près Visé)*; les autres : *Talc granuleux, Nacrite. — La Chartreuse (près Liége)*. Les résultats ont été les suivants :

H^2O	13.85
SiO^2	46.72
Al^2O^3,	38.32
Fe^2O^3	0.77
CaO	0.60
MgO	traces
	100.26

Cette composition correspond encore une fois à la formule :

$$Al^2O^3, 2SiO^2, 2H^2O.$$

La proportion de $Si\,O^2$ est un peu trop forte, mais cela provient de quartz, dont la présence dans la substance a été constatée.

Quant au gisement de cette pholérite, elle se rencontre, autant qu'on peut en juger par des échantillons de collection, comme remplissant des géodes irrégulières dans un grès houiller fortement altéré.

L'espèce *Pholérite* a été créée en 1825 par Guillemin (1). Il avait analysé une substance blanche qui se trouvait « dans le terrain houiller de Fins (Allier) remplissant les fissures de quelques rognons de minerai de fer et les fentes de couches de grès et de schistes argileux et formant des taches blanches sur ces diverses roches. » Il donne comme résultat de ses analyses :

---

(1) *Annales des mines*, t. XI, 1825, p. 489.

	I.	II.
H^2O	15.000	15.00
SiO^2	42.925	41.65
Al^2O^3	42.075	43.35
	100.000	100.00

Ces analyses, calculées d'après les poids atomiques aujourd'hui admis, conduisent à la formule :

$$4Al^2O^3,\ 7SiO^2,\ 8H^2O.$$

L'époque à laquelle ces analyses ont été faites, permet de ne leur attribuer qu'une importance relative. Elles concordent au reste fort peu entre elles.

Guillemin donne la formule :

$$\dddot{Al}\ \dddot{Si} + 2aq \quad (2Al^2O^3,\ 3SiO^2,\ 4H^2O)$$

et comme composition correspondante :

H^2O	15.364
SiO^2	40.750
Al^2O^3	43.886
	100.000

J'ai eu la curiosité de remonter de cette formule et de cette composition aux poids atomiques employés par Guillemin; j'ai obtenu $Si = 31.65$ et $Al = 27.42$.

Le gisement de la Pholérite de Guillemin ne laisse aucun doute que c'est bien au même minéral dont j'ai fait l'analyse (Pholérite du terrain houiller) qu'il a eu affaire, d'autant plus qu'il dit lui-même avoir rencontré le minéral en question dans la concession de Cache-Après, près Mons.

La formule qui se déduit de mes analyses est celle à laquelle conduisent toutes les analyses de Kaolinite. Au point de vue chimique, la Pholérite et la Kaolinite sont donc identiques.

Au point de vue physique, il n'y a pas non plus de différences. L'examen microscopique de la Pholérite de la Chartreuse fait reconnaître que ce minéral est formé de paillettes hexagonales, généralement allongées (fig. 1), plus ou moins régulières et appartenant, selon M. l'abbé Renard, qui a bien voulu les examiner, au système rhombique; les angles mesurés au moyen d'un microscope à platine tournante et graduée, sont de 120°, dans les limites d'exactitude que comporte ce mode de détermination. La plus grande dimension de ces cristaux atteint au maximum 1/4 de millimètre.

Les Pholérites ordinaires du terrain houiller présentent le même aspect, mais avec des dimensions beaucoup moindres et une cristallisation d'autant moins nette que la cohésion est plus considérable. C'est ainsi que la Pholérite de La Haye examinée au microscope ne laisse pas reconnaître de cristallisation bien tranchée, tandis que d'autres échantillons, provenant des charbonnages de Mariemont (fosse Abel) et moins cohérents, sont formés de lamelles assez bien définies (fig. 2).

La Kaolinite de Quenast est, au point de vue de la cristallisation, intermédiaire entre les échantillons de la Chartreuse et de Mariemont (fig. 3); enfin il est reconnu (1) que la Kaolinite proprement dite peut se présenter en écailles hexagonales du système rhombique, avec des angles de 120°. Je donne au surplus (fig. 4) comme point de

---

(1) Dana, *Descriptive Mineralogy*, 1868, p. 475.

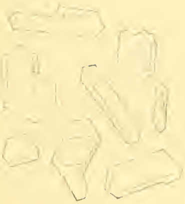


Fig 1
140/1

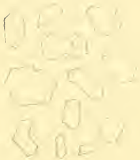


Fig 2
140/1

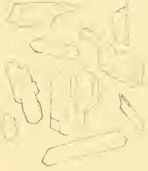


Fig 5
140/1

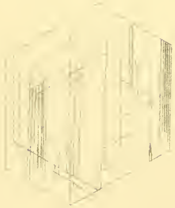


Fig 6

[illegible]

comparaison la figure publiée par Dana, malheureusement sans indication de grossissement.

En résumé, il n'y a aucune raison pour conserver l'espèce Pholérite dans la nomenclature; au lieu de compliquer la minéralogie par la création d'espèces fort peu certaines, il faut, au contraire, comme dans toute science d'observation, chercher à simplifier et n'admettre des complications que lorsqu'elles sont reconnues nécessaires. Il y a donc lieu, comme l'ont déjà proposé MM. Johnson et Blake il y a dix ans (1) et comme le font partiellement certains auteurs, de réunir les minéraux connus sous les noms de Pholérite, de Nacrite, de Lithomarge et de Kaolin, sous le seul nom de *Kaolinite*, abandonnant le nom de Kaolin pour les variétés plus ou moins pures employées dans l'industrie.

J'ajoute, pour terminer, que la Kaolinite de Quenast résulte bien probablement de l'altération de la diorite sous l'influence d'émanations qui ont amené la pyrite (2).

Laboratoire de chimie analytique de l'Université de Liége, Août 1877.

---

(1) *The americ. Journ. of Sc. and Arts*, cond. by Silliman and Dana, 2^e sér. t. XLIII.

(2) Comp. De la Vallée et Renard, *Mémoire couronné*, p. 17.

Recherches sur les minéraux belges (5^e^ notice). *Sur la présence de l'apatite cristallisée dans l'étage salmien;* par M. L.-L. de Koninck, D^r^ Sc., chargé de cours à l'Université de Liége.

Le quartz dans lequel a été découverte à Salm-Château la nouvelle espèce minérale appelée Dewalquite par les uns, Ardennite par les autres, se présente en filon en deux endroits différents : d'une part dans un terrain communal qui joint au chemin de fer, en dessous des ruines de l'ancien château de Salm, d'autre part dans la propriété de M. Jottrand, le long du chemin vicinal qui la traverse.

Ces deux affleurements ne sont pas dans le prolongement l'un de l'autre ; je n'ai pas étudié la question de savoir s'ils appartiennent au même filon ou à des filons différents.

Grâce à l'obligeance de M. Jottrand, qui a bien voulu m'autoriser à faire des fouilles dans son terrain, j'ai pu suivre sur quelques mètres le dernier affleurement.

En cet endroit, la Dewalquite et le feldspath que l'accompagne sont fort altérés ; la plupart des échantillons s'émiettent entre les doigts. Ces minéraux ne se trouvent pas exclusivement dans le quartz ; on en rencontre également en masses devenues friables, qui paraissent être des ramifications du filon, dans le phyllade violet grossier fortement altéré lui-même, qui joint le quartz.

En examinant plus attentivement un échantillon de ce genre, j'ai trouvé quelques petits grains cristallins, de couleur lilas très-clair, possédant quelques facettes très-brillantes. L'un deux est nettement cristallisé en prisme hexagonal ; un autre, cristal très-incomplet, possède une complication de facettes telle, qu'il ne m'a pas été possible de définir la forme par les moyens qui sont à ma disposition.

A première vue, j'ai cru devoir rapporter ces cristaux à l'apatite, quoique cette espèce n'ait pas été indiquée à l'état macro-cristallin dans le pays. A la suite d'essais chimiques, nous nous sommes convaincus, mon assistant, M. le D^{r} A. Jorissen, et moi, que cette opinion était exacte. En effet un petit grain, de la grosseur d'une tête d'épingle, chauffé dans un tube fermé, n'a pas donné d'eau. Traité ensuite sur un verre de montre par l'acide nitrique, il s'est dissous complétement sans effervescence. Cette solution a donné par l'ammoniaque un précipité blanc, qu'une nouvelle addition d'acide nitrique a fait disparaître ; enfin cette liqueur, divisée en deux parties, a donné d'une part, par le réactif de Sonnenschein, un précipité de phosphomolybdate ammonique, et d'autre part, par l'acétate sodique, l'acide acétique et l'oxalate ammonique, un abondant précipité d'oxalate calcique.

Cette découverte de l'apatite à Salm-Château vient augmenter encore la liste, déjà relativement longue, des phosphates que l'on a rencontrés dans l'étage salmien supérieur de Dumont et qui comprend à ce jour la Libethenite, la Pseudomalachite, la Torbernite, la Wawellite et l'Apatite.

Laboratoire de chimie analytique de l'Université de Liége, Novembre 1877.

Contribution à l'histoire du développement embryonnaire des Téléostéens; par M. Édouard Van Beneden, membre de l'Académie.

Lors de mon séjour à Ville-Franche en Savoie, en août et septembre 1874, j'eus l'occasion de faire quelques observations sur le développement d'un poisson osseux. Je m'appliquai surtout à l'étude des premières phases du développement et je cherchai à élucider la question si discutée de l'origine et du mode de formation des feuilles embryonnaires. Je rencontrais journellement, au milieu des produits de la pêche au filet de Muller, de petites perles incolores et parfaitement transparentes; le diamètre de ces petites sphères hyalines dépassait à peine celui d'une forte noctiluque; leur apparence rappelait celle de ces protozoaires: aussi ne fut-ce qu'après les avoir examinées à la loupe que je reconnus que j'avais affaire aux œufs d'un poisson osseux.

Plusieurs fois les pêcheurs m'apportèrent des masses d'apparence gélatineuse recueillies à la surface de la mer et formées de centaines ou de milliers d'œufs agglutinés ensemble. Ces œufs présentaient tous les caractères de ceux que je rencontrais journellement détachés les uns des autres : ils avaient les mêmes dimensions, la même transparence, la même composition. Dans une même masse tous les œufs se trouvaient toujours au même état de développement. Cette circonstance facilite beaucoup l'étude des phases successives de l'évolution : les œufs meurent assez rapidement sur le porte-objet, de sorte que l'on ne peut voir les phénomènes successifs du développement s'accomplir sous ses yeux. Mais comme tous les œufs d'une même grappe se développent également vite, l'on peut toujours déterminer le temps nécessaire pour l'accomplissement des modifications qui se sont produites, depuis le moment où l'on a détaché de la souche les derniers œufs que l'on a examinés.

Dans tous les amas d'œufs qui m'ont été apportés les œufs étaient ou bien en voie de fractionnement, ou bien ils renfermaient des embryons à peine ébauchés. Je n'ai jamais trouvé de grappes composées d'œufs sur le point d'éclore, ni même d'embryons pourvus de leurs vertèbres primordiales. Par contre, je n'ai jamais pêché à l'état de liberté d'œufs en segmentation, ni même d'embryons assez jeunes pour qu'il fût possible de les utiliser pour l'étude de la formation des feuillets. Il est probable que les œufs agglutinés proviennent du même poisson que les œufs que l'on pêche isolés. Il semble que, pondus en masses, ils restent quelque temps agglutinés pour se séparer ensuite et flotter alors, libres de toute adhérence, à la surface de la mer. Je dois ajouter cependant qu'ayant conservé ces grappes dans des vases, afin de suivre pas à pas les modifications qui se produisent, je ne vis jamais les œufs se détacher les uns des autres. Mais aussi ne peut-on les tenir indéfiniment vivants dans de semblables conditions. J'ai eu beau renouveler l'eau plusieurs fois par jour, je n'ai pu conserver mes embryons vivants pendant plus de vingt-quatre à trente-six heures.

Quoique je n'eusse nullement l'intention, en me rendant à la Méditerranée, de m'occuper de l'embryologie des poissons, et que du reste le désir d'arriver à résoudre les diverses questions relatives à l'organisation et au développement des Dicyémides me laissât peu de loisir, je ne pus résister au désir d'utiliser les matériaux splendides que j'avais sous la main. Aucune des difficultés qui se rencontrent d'habitude dans l'étude du développement des poissons osseux ne se présentait ici : la membrane des œufs est fort mince et d'une parfaite transparence; le deutoplasme est constitué par un globe albuminoïde parfaitement homogène, hyalin, libre de toute granulation et limité par un contour très-net et parfaitement régulier. Dans le protoplasme de l'œuf, pas plus dans le germe que dans le manteau protoplasmique qui revêt une partie du globe vitellin, il n'existe ni globule de graisse, ni vésicule, ni élément formé d'aucun genre : rien, en un mot, que l'on pourrait confondre soit avec une cellule, soit avec un noyau.

Des œufs pélagiques très-semblables, provenant probablement d'une espèce très-voisine, ont été observés par Haeckel (1) lors de son dernier séjour sur les côtes de Corse. Il a publié le résultat des recherches qu'il a faites sur leur développement dans la seconde partie de son ouvrage : *Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere.* Ces mêmes œufs il les avait trouvés à Nice en 1856.

Haeckel n'a pas réussi plus que moi à déterminer, d'une manière positive, l'espèce de poisson dont proviennent les œufs qu'il a eus sous les yeux. Mais, se fondant sur la description qui a été donnée par Retzius des œufs du *Gadus lota*, Haeckel émet l'opinion que le poisson dont il a étudié le développement est un Gadoïde voisin du genre *Lota*, peut-être une Motelle.

---

(1) E. Haeckel, Biologische Studien, 2tes Heft. *Studien zur Gastræa-Theorie*, IIte Theil. *Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere.*

Les œufs que j'ai trouvés à Ville-Franche et ceux qui ont servi aux recherches de Haeckel présentent les plus grandes analogies. Trouvés dans les mêmes conditions, sur le même point des côtes de la Méditerranée, ils ont à peu près les mêmes dimensions, la même apparence et la même composition. Au moment de la ponte ils sont agglutinés en amas de volume variable, dont la forme ne présente rien de constant. Cependant la quantité de matière qui les réunit était en ce qui concerne mes œufs fort peu considérable, de sorte que je ne pourrais pas dire comme Haeckel que les œufs sont empâtés dans une substance homogène ; il n'est pas possible d'isoler des fragments de cette substance unissante et il est à peine possible de l'apercevoir entre les œufs, quand même on se sert de forts grossissements. Mes œufs ont un diamètre de 0,80 à 0,85 de millimètre. Ils sont complétement incolores et ont la transparence du cristal. Leur membrane est très-mince; on ne peut y découvrir ni pores en canalicules, ni ponctuation d'aucun genre; elle est homogène, assez résistante, fort élastique et assez étroitement appliquée sur le vitellus. C'est ce qui fait qu'il est presque impossible de l'isoler sans compromettre le contenu de l'œuf.

Les plus jeunes œufs que j'ai eus sous les yeux montraient le disque segmenté en deux globes. Ils me furent apportés un matin vers sept heures. Je reçus deux autres masses dans lesquelles les œufs étaient au début de la segmentation. Elles furent également recueillies le matin de bonne heure. Il est probable que la ponte se fait vers le moment du lever du soleil. Tous les œufs ont la forme d'un ellipsoïde de révolution, très-voisin de la sphère : le grand axe est d'un sixième à peine plus grand que le petit. A l'une des extrémités du grand axe (pôle animal) se trouve le disque germinatif. Celui-ci repose sur le globe vitellin qui a la même forme que l'œuf lui-même. Seulement l'ellipsoïde deutoplasmique est tronquée à l'une des extrémités de son grand axe suivant une surface concave à son milieu, convexe sur ses bords. Il en résulte la formation d'une chambre polaire limitée en dehors par la membrane de l'œuf, en dedans par le globe vitellin; c'est dans cet espace que se trouve le disque segmenté.

Le globe vitellin est formé par une substance hyaline, parfaitement homogène, incolore, peu réfringente, dépourvue de toute structure ; il tient en suspension un seul et unique élément formé : c'est une masse sphérique, brillante, à contour très-foncé, et qui occupe dans le globe une position constante. A part cela, le globe vitellin est absolument dépourvu, je le répète, de toute granulation, de toute vésicule, de tout élément que l'on pourrait prendre soit pour une cellule, soit pour un noyau de cellule. La substance qui la constitue est une matière albuminoïde : elle se coagule par l'alcool, l'acide chromique et se trouble par l'acide acétique. La sphère réfringente tenue en suspension dans le globe vitellin est formée d'une huile ou d'une matière grasse. Elle se colore d'abord, en brun, puis en noir, par l'acide osmique. Haeckel a trouvé ce même globe huileux dans les œufs qu'il a étudiés. Il lui donne le nom de *OElkugel* ou de *Fettkugel*. Seulement cet élément, au lieu d'être tenu en suspension dans le globe vitellin, occupait, dans ses œufs le pôle végétatif de l'œuf et était simplement engagé dans une dépression de forme sphérique que présentait, en ce point, la surface du globe vitellin. C'est là un caractère qui différencie les œufs de Haeckel de ceux que j'ai moi-même observés. Grâce à cette circonstance que le poids spécifique du globe huileux est inférieur à celui des substances qui constituent les autres parties de l'œuf, les œufs étudiés par Haeckel prenaient invariablement la même position. Toujours le pôle animal était dirigé vers la profondeur, le pôle végétatif vers la surface. J'ai constaté que, dans mes œufs, la position du globe huileux était tout à fait constante : il était toujours excentriquement placé et occupait invariablement l'hémisphère végétatif de l'œuf. J'ai en vain cherché, pour m'expliquer ce fait, quelque particularité de structure dans le vitellus. Je n'ai pu découvrir aucune trace de filaments reliant le globe huileux, soit à la surface du vitellus, soit au disque germinatif. M. Van Bambeke (1) a décrit récemment dans l'œuf non fécondé de la tanche des pseudopodes qui rayonnent dans la sphère vitelline, à partir de la face inférieure du disque. Ces pseudopodes qui s'observent avant le début de la segmentation ont pour fonction d'amener, sous le disque, les éléments vitellins jusque-là disséminés. Ransom (2) avait déjà vu des traînées granuleuses comparables à celles auxquelles M. Van Bambeke attribue le rôle de pseudopodes.

Il existe du reste d'autres différences de détail entre les données de Haeckel et les miennes. Quant au mode d'agrégation de ses œufs, voici comment il s'exprime : « *Dieser Laich bildet kleine weiche Gallertklumpen, in welche zahlreiche kleine, vollkommen durchsichtige Eier eingebettet sind.* » Ses œufs étaient sphériques et mesuraient 0,64 à 0,65 de millimètre de diamètre. Il me paraît donc certain que nous n'avons pas eu sous les yeux les œufs de la même espèce; mais les différences sont si minimes qu'il n'y a guère lieu de douter des affinités des poissons dont ces œufs proviennent, si toutefois on peut juger des affinités des Téléostéens d'après les caractères que présentent leurs œufs.

---

(1) Ch. Van Bambeke, *Recherches sur l'embryologie des poissons osseux*, Mém. de l'Acad. roy. des sc. de Belgique, t. XL.

(2) W. H Ransom, *Observations on the ovum of osseous fishes*, Philos, Trans., vol. 157.

Comme je l'ai dit plus haut, les plus jeunes œufs que j'ai observés avaient le germe segmenté en deux (fig. 1). Les cellules de segmentation sont convexes en dehors, accolées l'une à l'autre par une surface à peu près plane et limitées du côté du vitellus nutritif par une ligne convexe assez nette, mais moins apparente cependant que les lignes qui marquent leurs limites latérales. Les globes de segmentation sont formées d'un protoplasme très-clair et tout à fait homogène. On ne peut y découvrir aucune trace de noyaux. Ils ne reposent pas immédiatement sur le vitellus : ils en sont séparés par une couche d'une substance protoplasmique chargée de fines granulations, mais dépourvue de tout globule adipeux. Je n'ai trouvé dans cette couche rien qui ressemblât ni à une cellule, ni à un noyau de cellule. J'ai mis le plus grand soin à chercher de semblables éléments, tant en examinant les œufs frais et vivants, qu'en les étudiant après les avoir traités par l'acide osmique et les matières colorantes (picrocarmin et hématoxyline). Cette couche forme au globe vitellin un revêtement continu de telle sorte qu'en aucun point les globes de segmentation ne se trouvent directement en contact avec le vitellus. Cette couche dépasse de tous côtés les bords du disque segmenté, et partout elle se moule exactement sur le globe vitellin. Il n'est pas facile de déterminer la ligne limite de ce manteau protoplasmique tant il devient mince sur ses bords. Il ne présente pas partout la même épaisseur. Au centre du disque segmenté il est assez épais : il y affecte l'apparence d'une lentille biconvexe qui occupe tout l'espace compris entre le globe vitellin déprimé en ce point et la face profonde des cellules de segmentation. En outre, il présente un épaississement assez considérable sous le bord du disque ; cet épaississement forme, tout autour du disque, un bourrelet circulaire à section triangulaire. L'un des côtés du triangle est adjacent à la face inférieure des globes de segmentation ; il regarde en haut et en dedans, vers le pôle animal de l'œuf (1) ; l'autre, appliqué sur le vitellus nutritif, regarde en bas, vers le pôle végétatif; le troisième est libre; il est séparé de la membrane de l'œuf par un espace rempli d'un liquide clair et hyalin; il regarde en haut et surtout en dehors.

Cette couche est homologue, comme je le montrerai plus loin, à celle que Van Bambeke a décrite chez le Gardon sous le nom de *couche intermédiaire.* Ce nom lui convient à raison de son interposition entre le germe et le globe deutoplasmique; en outre il a le grand avantage de ne rien préjuger quant à sa valeur morphologique. Je la désignerai donc sous ce nom ; j'appellerai *lentille médiane* l'épaississement qu'elle présente à son milieu, sous le germe; avec Van Bambeke j'appellerai bourrelet périphérique l'épaississement annulaire sous-jacent aux bords du disque segmenté.

J'ai pu voir les phases successives de la segmentation

---

(1) Je suppose l'œuf placé de telle manière que l'axe soit vertical, le pôle animal en haut, le pôle végétatif en bas.

du disque, en examinant, à des intervalles peu éloignés, de nouveaux œufs enlevés à cette masse qui me fut apportée vers sept heures du matin et dont les œufs étaient, à ce moment, segmentés en deux globes. Vers huit heures et demie tous les œufs montraient le disque segmenté en quatre cellules; de sorte qu'il s'écoule au moins une heure et demie entre le moment où apparaît le premier sillon et l'instant où les deux premiers globes se segmentent à leur tour. J'ai constaté que le temps qui s'écoule entre deux phases successives du fractionnement est de plus en plus court au fur et à mesure que les cellules diminuent de volume. J'ai constaté du reste le même fait en étudiant la segmentation de l'œuf du lapin.

Je ne décrirai pas dans tous leurs détails les phases successives du fractionnement : ce phénomène a été souvent décrit et figuré et je n'ai pu du reste étudier assez complétement ni le mode ni l'ordre apparition des sillons pour pouvoir ajouter quelque chose à ce que l'on connaît de la segmentation chez les poissons osseux. Toute mon attention a été portée sur la couche intermédiaire et j'ai cherché à voir aussi exactement que possible les modifications qu'elle subit dans les premiers temps du développement embryonnaire.

J'ai représenté deux phases de la segmentatien proprement dite. La figure 2 représente l'œuf au point où en était arrivée la segmentation vers onze heures du matin. A ce moment je n'ai pu découvrir aucune trace de noyaux dans les segments du disque examinés sur le vivant. Mais en traitant ces œufs par l'acide osmique, puis par l'alcool au tiers et, après les avoir lavés, en les soumettant à l'action du picrocarmin, j'ai pu constater l'existence dans chacun des globes d'un beau noyau sphérique, tout à fait homogène et dépourvu de nucléole. Si on laisse mourir les œufs sur le porte-objet, on constate que le protoplasme des globes se trouble et devient légèrement granuleux en même temps qu'il prend une légère teinte jaunâtre. On voit apparaître alors, dans chaque globe, une grande tache claire, très-faiblement délimitée et d'un aspect parfaitement homogène. Ces taches sont dues à la présence du noyau qui ne se voit pas quand le protoplasme est vivant, mais qui apparaît après la mort sans que l'on ait besoin d'aucun réactif, pour en démontrer la présence. On peut rendre aussi ces noyaux très-apparents par l'acide acétique à 1 p. °/₀. A cette phase du développement une ligne très-nette sépare le disque fractionné de la couche intermédiaire. Celle-ci a conservé les mêmes caractères qu'elle présentait déjà lors de la segmentation du disque en deux globes. Elle montre toujours son épaississement lentillaire médian aussi bien que son bourrelet périphérique.

L'aspect de cette couche intermédiaire diffère toujours de celui du protoplasme du disque par son caractère finement granuleux. Sur le vivant je n'ai trouvé dans cette couche aucune trace d'éléments nucléaires. Aussitôt après la mort, la couche intermédiaire se rattatine légèrement et la limite du globe deutoplasmique devient elle-même irrégulière. Les noyaux jusque-là invisibles des globes de segmentation deviennent alors très-apparents; mais il n'est pas possible de découvrir, dans la couche intermédiaire, aucune trace de noyaux. Le traitement par l'acide osmique, par le picrocarmin, par l'hématoxyline, n'a pas réussi davantage à y déceler la présence éléments nucléaires. L'acide acétique en solution à un pour cent, qui fait apparaître si nettement ces noyaux dans les globes de segmentation ne m'a pas donné de meilleurs résultats. Je crois pouvoir affirmer de la façon la plus positive l'absence de tout noyau cellulaire dans la couche intermédiaire à cette phase du développement de l'œuf.

A cinq heures du soir les œufs étaient arrivés au stade que j'ai représenté figure 3. Le disque segmenté présente, pris dans son ensemble, la forme d'une lentille plan-convexe; il repose par sa face plane sur la couche intermédiaire avec laquelle il se trouve partout en contact immédiat. Il est constitué par des cellules polyédriques très-claires, dans chacune desquelles il est facile de distinguer, même sur le vivant, un beau noyau sphérique ou légèrement ellipsoïdal. Les cellules ne sont pas partout serrées les unes contre les autres. Çà et là on observe entre elles de petits espaces de formes et de dimensions variables. Mais, ni à cette phase du développement, ni à aucun moment de la segmentation, il n'existe dans l'épaisseur du disque de cavité de segmentation. Les cellules superficielles sont polyédriques comme les cellules sous-jacentes et il en est de même des cellules qui reposent sur la couche intermédiaire. De sorte que le blastodisque ne montre aucune trace de délamination : il n'est pas possible d'y distinguer de feuillets différenciés. La seule différence que présentent les cellules qui constituent le disque est relative à leurs dimensions. Les cellules des couches superficielles sont un peu moins volumineuses que les cellules profondes.

La couche intermédiaire a subi dans les œufs arrivés à ce stade du développement une modification importante : on peut constater la présence dans toute l'étendue de la couche d'un grand nombre de noyaux généralement ovalaires, à contour très-net, pourvus d'un, quelquefois de deux nucléoles punctiformes. Tous ces noyaux ont à peu près les mêmes dimensions ; ils sont un peu plus petits que les noyaux des cellules du blastodisque.

Si l'on installe le tube du microscope de façon à voir la surface du globe deutoplasmique, et si l'on examine la région qui borde le pourtour du blastodisque, on y distingue une zone finement granuleuse dans laquelle apparaissent des noyaux équidistants. Impossible de distinguer aucune délimitation de cellules. Autour de chaque noyau se voit une petite zone granuleuse dans laquelle apparaît une striation radiaire bien manifeste. Celle-ci devient beaucoup plus nette par l'acide acétique faible. Les zones granuleuses périnucléaires sont séparées entre elles par des espaces clairs dépourvus de toute granulation. Ces espaces forment ensemble un réseau dans les mailles duquel se voient les noyaux entourés de leur couronne radiaire. C'est cette partie de la couche intermédiaire qui a été observée par Kupffer (1) chez les *Spinachia* et les *Gasterosteus* et qui a reçu de cet excellent observateur le nom de *zone nucléaire* (Kernerzone). J'ai été frappé aussi de la ressemblance que présente à ce moment la couche intermédiaire avec cette couche cellulaire qui apparaît chez les Céphalopodes à la surface du deutoplasme et dont les éléments découverts et décrits par Ray Lankester (2) ont reçu de lui le nom de *Autoclastes*.

---

(1) Kupffer, *Beobachtungen über die Entwickelung der Knochenfische*, Max Schultze 's Archiv für Microsk. Anat., Bd. IV.

(2) Ray Lankester, *Observations on the development of the Cephalopoda*, Quaterly Journal of microscopical science, vol. XV. (*New series.*)

Dans la partie de la couche intermédiaire qui se trouve en dehors du blastodisque les noyaux sont répartis avec une très-grande régularité en une rangée unique. Mais si l'on installe le tube du microscope de façon à voir la coupe optique de l'œuf, on reconnaît que dans la lentille médiane aussi bien que dans le bourrelet périphérique les noyaux se trouvent dans différents plans et qu'ils semblent disséminés sans ordre dans le protoplasme de la couche intermédiaire.

L'apparition simultanée d'un grand nombre de noyaux entourés d'une zone granuleuse dans cette couche protoplasmique, qui revêt comme un manteau le globe deutoplasmique et dont la présence se révèle dès le début du fractionnement, ne peut s'expliquer qu'en admettant la formation simultanée par voie endogène de toute une génération de cellules dans cette couche intermédiaire. Dès que les noyaux se montrent le groupement régulier des granules du protoplasme autour de chacun d'eux démontre la subdivision du protoplasme en autant de territoires cellulaires qu'il y a de noyaux. De ce que l'on ne distingue par les limites des cellules on ne peut pas conclure à l'absence d'individualisation des éléments: la striation rayonnée du protoplasme autour de chaque noyau prouve qu'il ne s'est pas agi seulement d'une génération de noyaux, mais d'une formation de cellules. Noyaux et corps cellulaires apparaissent simultanément.

Je ne pus poursuivre ultérieurement les œufs sur lesquels j'avais pu constater les transformations successives que je viens de décrire. Le lendemain un grand nombre d'entre eux étaient morts; chez les autres le blastodisque considérablement étendu recouvrait une grande partie de la surface du deutoplasme et montrait les premières traces de l'ébauche embryonnaire dans la partie élargie du bourrelet marginal. Quelques heures après tous mes embryons avaient cessé de vivre, malgré le soin que j'avais pris de renouveler fréquemment l'eau dans le cours de la journée.

Mais quelque temps auparavant j'avais été à même d'étudier un stade du développement très-voisin de celui que je viens de décrire. Les figures 4 et 5 représentent vu à la coupe optique (fig. 4) et à la surface (fig. 5) un œuf arrivé à cette phase de l'évolution ontogénique.

Le blastodisque un peu plus aplati que dans le stade précédent est aussi plus étendu. Il est en contact immédiat par toute sa face profonde avec la couche intermédiaire. Il n'existe aucune trace ni de cavité de segmentation ni de cavité germinative. Le disque se constitue de cellules claires, polyédriques, nucléées; le seul caractère important par lequel il se distingue du stade précédent consiste dans la différenciation des cellules superficielles. Celles-ci, au lieu d'être polygonales à la coupe, se montrent aplaties; elles forment une sorte d'épithélium pavimenteux simple qui délimite extérieurement le blastodisque. A la coupe ces cellules paraissent lenticulaires; leur face externe est à peu près plane; leur face profonde est régulièrement convexe ou présente des facettes par lesquelles ces cellules se moulent sur les éléments sous-jacents. Les cellules profondes, adjacentes à la couche intermédiaire ne présentent rien de particulier.

En passant de la phase précédemment décrite au stade dont nous nous occupons le blastodisque s'est donc subdivisé par voie de délamination en une couche superficielle qui est la lamelle enveloppante (*couche épidermoïdale* de

Vogt (1) et de Lereboullet (2), *Deckschicht* de Götte (3)) et une masse profonde qui est le feuillet primaire externe.

La couche intermédiaire présente exactement les mêmes caractères que dans le stade précédent. La seule particularité que j'aie observée, c'est qu'à la coupe optique on distingue çà et là, tant dans le bourrelet périphérique que dans la lentille médiane, des cellules rondes et finement granuleuses qui paraissent logées dans la couche intermédiaire et sont beaucoup plus nettement individualisées que les cellules voisines.

A la phase que je viens de décrire succède le stade que j'ai représenté (fig. 6). Des œufs qui le matin vers 10 heures présentaient les caractères que j'ai figurés (fig. 4 et 5) avaient subi l'après-dîner vers les 3 heures les modifications que je vais énumérer.

Le blastodisque s'est considérablement étendu et constitue maintenant une calotte appliquée sur la portion tronquée devenue convexe du globe deutoplasmique. Le blastodisque s'est en même temps aplati et notablement aminci. Entre la couche intermédiaire et le disque a paru une cavité excentriquement placée et dans le disque lui-même nous pouvons distinguer deux régions. L'une centrale plus mince forme la voûte de la cavité germinative; l'autre périphérique plus épaisse forme au blastodisque un bourrelet marginal. Celui-ci consiste en un anneau plus large d'un côté que de l'autre, ce qui détermine l'excentricité de la cavité.

---

(1) C. Vogt, *Embryologie des Salmones*, Neuchâtel, 1842.

(2) Lereboullet, *Recherches d'embryologie comparée sur le développement du Brochet, de la Perche et de l'Écrevisse.* Mém. présentés par divers savants à l'Ac. des Sc. de l'Institut de France. Sc. math. et phys., t. XVII, 1862.

2° Id., *Recherches d'embryologie comparée sur le développement de la Truite, du Lézard et de la Limnée,* Ann. des Sc. nat., 4e série, t. XVI, 1861.

3° Id., *Nouvelles recherches sur la formation des premières cellules embryonnaires*, Comptes rendus, 1864, et dans les Annales des Sc. nat. Zool., 1864.

(3) Götte, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere,* Archiv für mikrosk. Anat., Bd. IX.

La constitution cellulaire du blastodisque s'est notablement modifiée : les cellules se sont multipliées et sont devenues beaucoup plus petites. On peut distinguer dans le disque en y rattachant tout ce qui se trouve en dehors de la couche intermédiaire proprement dite 1° la lamelle enveloppante constituée par une seule rangée de cellules plates; 2° une couche formée exclusivement de cellules polyédriques, serrées les unes contre les autres, claires et transparentes, dont le protoplasme est à peu près homogène et qui toutes sont pourvues d'un noyau très-apparent privé de nucléole. Cette couche forme la plus grande partie du gastrodisque; elle est plus épaisse dans la portion la plus large de l'anneau périphérique, de sorte que sur une coupe optique elle a, prise dans son ensemble, la forme d'une virgule dont le point d'origine correspondrait à la partie la plus large de l'anneau marginal;

3° Une couche formée par des cellules rondes, peu adhérentes entre elles, finement granuleuses et pourvues de noyaux à nucléole punctiforme. Cette couche est adhérente à la face profonde du blastodisque, mais elle n'existe pas dans toute son étendue; elle manque à peu près complétement à la voûte de la cavité germinative. Elle n'est représentée en cette région que par quelques cellules isolées.

Elle n'existe donc à l'état de couche continue que sur le pourtour du disque; elle présenterait, si elle était isolée, la forme d'un anneau. Elle n'est pas partout également développée : elle a son maximum d'épaisseur et sa plus grande largeur dans la partie la plus large du bourrelet marginal du blastodisque. Elle repose immédiatement sur la couche intermédiaire.

La couche intermédiaire a subi, elle aussi, des modifications importantes. L'épaississement lenticulaire médian n'existe plus; au contraire le bourrelet périphérique a conservé le même développement que dans les phases précédentes; sa section est toujours triangulaire, de sorte que le bourrelet, pris dans son ensemble, a toujours la forme d'un prisme triangulaire contourné circulairement et appliqué par l'une de ses faces sur le globe deutoplasmique.

La couche intermédiaire forme le plancher de la cavité de segmentation; cependant sur cette couche reposent çà et là quelques cellules arrondies dont les caractères sont très-semblables à ceux qui distinguent les cellules de la couche profonde du blastodisque. Ces cellules paraissent dérivées de la couche intermédiaire; car à côté des cellules complétement isolées on en trouve d'autres qui, tout en faisant saillie dans la cavité de segmentation, sont partiellement confondues avec la couche intermédiaire. La surface qui indique la limite de cette couche, du côté de la cavité germinative, est bosselée; au centre de chaque éminence se trouve un noyau et il semble que les bosselures se détachent de la couche-mère, pour donner naissance aux cellules qui reposent sur le plancher de la cavité.

Des cellules arrondies présentant les mêmes caractères se trouvent, en outre, dans le bourrelet périphérique; de sorte que celui-ci n'est plus constitué seulement par une masse protoplasmique tenant en suspension des noyaux cellulaires; mais il renferme des cellules parfaitement individualisées. Dans toute l'étendue de la couche intermédiaire on distingue, au contact du protoplasme, une rangée bien régulière de noyaux ovalaires aplatis. Les limites des cellules sont trop peu marquées pour que l'on puisse dire qu'elles forment un épithélium pavimenteux simple; mais il n'est pas douteux qu'une couche épithéliale formée par une rangée unique de cellules plates se développe aux dépens de la partie profonde de la couche intermédiaire; cet épithélium repose immédiatement sur la surface du deutoplasme. (Voir fig. 9 et 10.)

Telle est la série des phases du développement que je suis en mesure de décrire d'une manière assez complète pour pouvoir en tirer quelques conclusions. Les observations que j'ai faites sur les stades ultérieurs du développement sont trop fragmentaires pour pouvoir être publiées. Il me reste à comparer les faits dont je viens de rendre compte à ce que l'on connaît actuellement de la formation des feuillets embryonnaires chez les Téléostéens et à formuler quelques conclusions.

I. Ce qui ressort tout d'abord, avec une parfaite évidence, des observations que je viens d'exposer, c'est que les feuillets embryonnaires ne procèdent pas exclusivement du germe segmenté, qui forme, à la fin du fractionnement, ce que Lereboullet appelle le blastoderme et ce que nous avons désigné avec Haeckel sous le nom de blastodisque. Une partie des tissus embryonnaires se développe aux dépens d'une couche qui revêt le globe deutoplasmique et qui ne prend aucune part à la segmentation. Cette couche, pas plus que le germe proprement dit, ne renferme, au début, aucune trace d'éléments cellulaires;

des cellules se forment, par voie endogène, dans la couche intermédiaire, à la fin du fractionnement et les feuillets qui en dérivent ont un mode de formation très-analogue à celui de l'ectoderme chez les Insectes (1).

C'est cette couche que Lereboullet a connue et désignée sous les noms de *membrane sous-jacente au germe*, et ailleurs de *feuillet muqueux.* Elle a été appelée *membrane vitelline* par Œllacher (2); *Rindenschicht* par His (3); *membrane intermédiaire* par Van Bambeke.

Cette couche a été méconnue par Haeckel, ce qui lui fait dire : *So können nur die Furchungszellen einzig und allein die Grundlage des entstehenden Fischkörpers bilden;* il admet la formation de l'endoderme par invagination des bords du blastodisque.

Est-il possible d'admettre que cette couche ait fait défaut dans les œufs que Haeckel a eus sous les yeux, et que le développement de certains feuillets se fait par invagination des bords du blastodisque, chez certains poissons osseux, aux dépens d'une couche qui ne prend pas part à la segmentation chez d'autres? Je ne le pense pas, et je crois que Haeckel lui-même n'accepterait pas pareille supposition. Il y a, du reste, diverses particularités, dans les dessins publiés par Haeckel lui-même, qui me paraissent prouver, si je les compare à certaines figures de ma planche, que la couche intermédiaire existait dans les œufs que

---

(1) Aug. Weissman, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Insecten*, Zeitsch. für wiss. Zool., vol. XIII. 1863.

(2) Œllacher, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Knochenfische*, Zeitsch. für wiss. Zool., Bd. XXII.

(3) His, *Untersuchungen über die Entwickelung von Knochenfischen, besonders über diejenige des Salmens*, Zeitsch. für Anat. und Entwick., 1ter Bd. 1876.

ce savant a eus sous les yeux. C'est ainsi que dans les figures 55 et 56 de sa planche IV, Haeckel a figuré les globes de segmentation se prolongeant en dehors par une sorte de queue appliquée sur le globe deutoplasmique. Cette queue correspond évidemment à cette partie de la couche intermédiaire (voir ma planche, fig. 1) qui dépasse en dehors le germe segmenté et qui se trouve intimement appliquée à la surface du deutoplasme.

Cette première conclusion de mes observations vient à l'appui des résultats avancés et soutenus en ce qui concerne divers poissons osseux par Lereboullet, par Kupffer, par Owsjannikow, par Klein, par His et par Van Bambeke. Je suis bien loin de vouloir adhérer pour cela à la fameuse théorie du parablaste de His, défendue en ce qui concerne les poissons osseux par Owsjannikow (1). L'idée fondamentale de cette théorie, c'est qu'une partie des tissus de l'embryon ne dériverait pas de la cellule-œuf, mais procéderait de cellules conjonctives de la mère, qui, immergées dans le jaune de l'œuf, seraient destinées à reproduire des tissus conjonctifs et vasculaires. L'embryon se rattacherait à l'organisme maternel par un double lien : par ses tissus archiblastiques dérivés de la cellule-œuf, l'embryon se rattacherait aux tissus archiblastiques maternels; ses tissus parablastiques dériveraient directement des tissus conjonctivo-vasculaires du parent. Non-seulement cette théorie n'a pas été démontrée par M. His, mais l'idée m'en paraît absolument insoutenable, si l'on se place sur le terrain de l'embryologie comparée.

D'un autre côté, mes observations ne cadrent aucune-

---

(1) Owsjannikow, *Ueber die ersten Vorgänge der Entwickelung in den Eiern des Coregonus lavaretus*, Bull. de l'Acad. de St-Pétersb., t. XIX.

ment avec les idées de Rathke (1), de von Baër (2), de Stricker (3), de Rieneck (4), de Weil (5) et de Œllacher, qui tous ont admis que les divers feuillets de l'embryon se forment par délamination aux dépens du blastoderme. Je ne puis me rallier davantage à la manière de voir de Götte et de Haeckel, d'après laquelle le feuillet interne se formerait par invagination des bords du blastodisque et dériverait ainsi comme les autres feuillets du germe segmenté.

Est-ce à dire que les poissons osseux s'opposent à la généralisation du phénomène de l'invagination en tant que caractérisant les premières phases du développement de tous les Métazoaires? Est-il impossible de ramener le type du développement des Téléostéens au mode de formation de la *Gastrula* chez l'Amphioxus, les Batraciens, les Mammifères? Nullement. Voici, en effet, comment j'interprète les phénomènes. L'œuf des poissons osseux, aussitôt après la fécondation, se divise en deux cellules très-dissemblables : l'une est le germe qui se segmente et d'où dérive le blastodisque; l'autre est formée par le globe deutoplasmique revêtu, du moins partiellement, d'une mince couche de protoplasme : la couche intermédiaire. Cette

---

(1) Rathke, *Bildungs-und Entwickelungsgeschichte des Blennius viviparus,* Abhand. zur Entwickelungsgeschichte. Erste Abhand., 1833.

(2) K. E. von Baer, *Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Fische.* Leipzig, 1835.

(3) Stricker, *Untersuchungen über die Entwickelung der Bachforelle,* Wiener Sitzungsber., Bd., LI.

(4) Rieneck, *Ueber die Schichtungdes Forellenkeimes,* Max Schultze 's Archiv., Bd. V, 1869.

(5) Weil, *Beiträge zur Kenntniss der Entwickelung der Knochenfische,* Wiener Sitzungeb., Bd. LXV, 1872.

dernière cellule, qui est l'origine de l'endoderme, présente une constitution analogue à celle des cellules adipeuses. Cette cellule ne se segmente pas ultérieurement; mais il y apparaît, vers la fin de la segmentation du germe, toute une génération de cellules qui se forment par voie endogène. De là un feuillet cellulaire sous-jacent à la couche qui provient de l'extension du blastodisque et ce feuillet est homologue à l'endoderme des autres vertébrés; la masse cellulaire qui forme le blastodisque représente l'ectoderme. Le blastodisque s'étend peu à peu et tend à recouvrir par épibolie le globe deutoplasmique. Il en résulte que le développement des Téléostéens débute par un fractionnement total du vitellus en deux cellules : l'une d'elles continue à se segmenter, tandis que l'autre conserve ses caractères et reste indivise. Ce fait, d'une plus grande lenteur dans le fractionnement des cellules qui doivent donner naissance à l'endoderme, est très-fréquent non-seulement chez les Vertébrés, mais aussi dans les autres embranchements; il se présente d'une manière constante dans le cas de formation d'une *Gastrula* par épibolie. Or, c'est par épibolie que se forme la *Gastrula* chez les Téléostéens. La *Discogastrula* n'existe donc pas; *la segmentation discoïdale de Haeckel ne diffère en rien d'essentiel de la segmentation inégale* (*Inæquale Furchung*).

On objectera peut-être le mode si particulier de formation des cellules de la couche intermédiaire : ces cellules ne sont pas le résultat d'une vraie segmentation. Je rappellerai que Strasburger (1) a démontré que la multiplication des cellules par voie endogène n'est pas un procédé primordial de multiplication cellulaire, mais un mode secondaire dérivé de la division pure et simple. Il s'y rattache par toute une série de formes intermédiaires. La formation simultanée, par voie endogène, d'un grand nombre de cellules dans une cellule unique, serait une abréviation ou une condensation d'une série de divisions successives. Il est clair que la formation du blastoderme des Insectes doit être interprétée de cette manière; et l'on trouve dans l'embranchement des Arthropodes, principalement chez les Crustacés, toute une série de formes de transition.

---

(1) Strasburger, *Ueber Zellbildung und Zelltheilung*. Jena, 1876.

Cette manière de voir trouve ici une nouvelle application : la formation de l'endoderme des poissons osseux est au développement de ce feuillet par segmentation régulière tel qu'il existe chez les Acraniens, les Cyclostomes, et les Batraciens, ce qu'est le mode d'apparition du blastoderme des Insectes à la formation de ce feuillet par segmentation, tel qu'il se montre, par exemple, chez beaucoup de Crustacés.

II. Kupffer est le seul qui ait reconnu et décrit chez les poissons osseux le développement de cellules à la surface du globe vitellin en dehors du germe segmenté. La zone nucléaire (*Kernerzone*), observée par Kupffer chez les *Gasterosteus* et les *Spinachia*, correspond évidemment à la partie de ma couche intermédiaire située sur le globe deutoplasmique en dehors du blastodisque.

La partie de ma couche intermédiaire qui est située sous le blastodisque, répond à la membrane formée de globules vitellins, ou feuillet muqueux de Lereboullet et à la couche intermédiaire de Van Bambeke. Le bourrelet périphérique à section triangulaire sur lequel repose le bord du blastodisque a été observé par Lereboullet chez la Truite et parfaitement décrit par Van Bambeke chez le Gardon ; mais ce dernier auteur n'a pas trouvé chez les Cyprinoïdes qu'il a étudiés, pas plus du reste que Lereboullet, d'épaississement lenticulaire médian. Il est même douteux que la couche intermédiaire soit dès le début continue sous le blastodisque, chez tous les poissons osseux; (voir à ce sujet le travail de Van Bambeke et le dernier mémoire de Klein). La lentille intermédiaire paraît être une disposition propre à notre espèce. Mes observations démontrent, dans tous les cas, que Kupffer se trompait quand il exprimait l'opinion que sa zone nucléaire était toute autre chose que le feuillet muqueux de Lereboullet.

Ce que Œllacher a décrit chez la Truite sous le nom de membrane vitelline s'identifie encore avec notre couche intermédiaire; seulement cet excellent observateur a été induit en erreur, quand il a admis que les cellules qu'il a observées dans cette couche, à la fin de la segmentation, sont dérivées du blastoderme et immigrées dans la couche sous-jacente à ce dernier. Klein , a non-seulement reconnu cette même couche chez la Truite, mais il a démontré que des noyaux cellulaires s'y montrent en grand nombre, vers la fin de la segmentation ; cette couche il l'appelle parablaste. His l'a décrite chez le Saumon sous le nom de *Rindenschicht* (couche corticale). Le bourrelet périphérique est désigné par lui sous le nom de *Keimwall* et les cellules que l'on y observe, à la fin du fractionnement, sont appelées *parablastische oder Nebenkeimzellen.*

III. Je n'ai trouvé, à aucune des phases du développement, la moindre trace de cette cavité que Van Bambeke appelle cavité de segmentation. En cela, je n'ai pas été plus heureux que Kupffer et plusieurs autres embryologistes, qui n'ont jamais pu découvrir une semblable cavité dans les œufs vivants.

La cavité de segmentation observée par Lereboullet, chez la Perche et chez le Brochet, n'a été constatée qu'après l'emploi de réactifs coagulants ; et ce n'est qu'après traitement par l'acide sulfurique dilué que Kupffer a trouvé une semblable cavité dans le blastoderme du *Gobius niger*.

Van Bambeke n'a reconnu la présence de sa cavité de segmentation chez le Gardon qu'en procédant à la confection de coupes à travers le blastodisque durci. Elle n'a été trouvée, chez la Truite, ni par Œllacher, ni par Klein (1), ni par His.

La présence de cette cavité dans l'épaisseur du blastodisque n'est donc pas constante chez les poissons osseux; il est même possible que la cavité décrite sous ce nom et qui n'a été observée que sur des œufs durcis, soit une production artificielle. Dans tous les cas le nom de cavité de segmentation donné à cette cavité ne lui convient nullement. La cavité de segmentation, telle qu'on la connaît chez l'Amphioxus, les Cyclostomes, les Batraciens et une foule de vertébrés inférieurs, se trouve invariablement située entre l'ectoderme et l'endoderme. Elle est limitée d'un côté par la concavité de l'ectoderme, de l'autre par cette partie de la vésicule primitive qui, après son invagination, constituera l'endoderme. Si l'on admet que la couche intermédiaire des poissons osseux est homologue de l'endoderme des autres Métazoaires, il est clair qu'une cavité développée dans l'épaisseur du blastodisque ne peut être une cavité de segmentation. Seule, une cavité développée entre le blastodisque et la couche intermédiaire, pourrait être désignée sous ce nom. Une semblable cavité existe chez les poissons osseux; elle apparaît à la fin du fractionnement; elle a généralement été désignée sous le nom de cavité germinative ou de *Keimhöhle.*

---

(1) Klein, *Observations on the early development of the common Trout*, Quart. Journ. of micr. Sc. (*New series*, n° LXII.) London, 1876.

Il est indispensable, me semble-t-il, de modifier la terminologie dans le sens des observations qui précèdent.

Je propose de désigner sous le nom de *Cavité de Lereboullet,* la cavité observée par cet auteur dans l'épaisseur du blastodisque chez la Perche et le Brochet, et signalée par Van Bambeke chez le Gardon, par Kupffer chez le *Gobius niger*, et retrouvée par Balfour (1) chez les Élasmobranches. Je le répète, c'est encore une question de savoir si cette cavité existe bien pendant la vie.

Il faut, au contraire, donner le nom de cavité de segmentation (*Furchungshöhle*) ou de Blastocœlome, à la cavité qui apparaît à la fin du fractionnement entre le blastodisque (ectoderme) et la couche intermédiaire (endoderme). C'est cette cavité qui a été décrite chez la Truite par Stricker, par Rieneck, par Weil, par Œllacher, par Klein, par His et par Götte, et qui a été tantôt appelée *Furchungshöhle,* tantôt *Keimhöhle.*

Avec Œllacher, je considère cette cavité comme homologue de la cavité germinative du poulet; c'est pourquoi je crois que le nom de *Keimhöhle* peut également lui être conservé. La présence de cette cavité est douteuse chez le Gardon, les *Spinachia*, *Gasterosteus* et *Gobius*, si l'on en juge par les observations de Van Bambeke et de Kupffer.

IV. Une dernière question que je veux examiner est relative à la destinée des deux couches primordiales de l'embryon des poissons osseux : le blastodisque (ectoderme) d'un côté, la couche intermédiaire (endoderme) de l'autre.

---

(1) Balfour, *The development of elasmobranch Fishes*. Journal of Anat. and Phys., vol. X.

A la phase représentée par la figure 6, l'embryon se constitue, abstraction faite de la lamelle enveloppante, de trois feuillets cellulaires bien apparents dans le bourrelet marginal du blastoderme (*Randwulst*). L'externe délimité par la lamelle enveloppante dérive évidemment du blastodisque; l'interne n'est que la couche intermédiaire dans la profondeur de laquelle les cellules se disposent en un épithélium pavimenteux simple. Mais entre les deux existe une couche cellulaire incomplète; elle manque à la voûte de la cavité de segmentation et son épaisseur diminue de dehors en dedans.

Quelle est l'origine de cette couche? Dérive-t-elle du blastodisque? ou bien est-elle constituée de cellules dérivées de la couche intermédiaire?

Je n'ai pu malheureusement suivre de mes yeux le développement de cette couche; cependant je ne doute pas de son origine endodermique; je pense qu'elle se constitue de cellules nées pour la plupart dans le bourrelet périphérique de la couche intermédiaire.

Je m'appuie sur les considérations suivantes :

1° Les cellules de cette couche ont les mêmes dimensions, la même forme arrondie, l'aspect granuleux, le même noyau pourvu d'une nucléole punctiforme que celles qui se trouvent engagées dans le bourrelet périphérique et qui sont incontestablement d'origine endodermique. Elles sont au contraire très-différentes des cellules du blastodisque;

2° Les cellules qui reposent sur le plancher de la cavité de segmentation et qui se sont formées aux dépens de la lentille médiane de la couche intermédiaire, ont tous les caractères de celles qui constituent cette couche moyenne;

3° Le blastodisque proprement dit est resté délimité inférieurement par une ligne très-nette, et nulle part on ne trouve de passage insensible de l'une des couches à l'autre;

4° Je ne trouve aucune cellule présentant des caractères intermédiaires entre les cellules claires et hyalines du blastodisque, et les cellules granuleuses et à noyau nucléolé de la couche intermédiaire.

Si mon interprétation est exacte, l'embryon se constitue au moment de l'évolution que j'ai représenté figure 6:

1° D'une lamelle enveloppante;

2° D'un feuillet ectodermique dérivé du blastodisque et destiné à se subdiviser ultérieurement en un feuillet sensoriel et un feuillet moyen externe;

3° D'un feuillet moyen interne d'origine endodermique, et destiné à fournir les éléments du sang, les vaisseaux et les tissus conjonctifs;

4° D'un feuillet endodermique destiné à fournir ultérieurement des cellules au feuillet moyen interne et à donner naissance à l'épithélium du tube digestif.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Fig. 1. Stade 1. Le germe est divisé en deux segments. Ceux-ci sont séparés du deutoplasme par la couche intermédiaire.

— 2. Stade 2. Phase ultérieure de la segmentation du germe.

— 3. Stade 3. Le blastodisque est constitué. Dans la couche intermédiaire ont apparu des noyaux en grand nombre. (Coupe optique.)

— 4. Stade 4. Le blastodisque s'est étendu et les cellules superficielles, en se différenciant, ont donné naissance à la lamelle enveloppante. (Coupe optique.)

Fig. 5. Le même œuf vu à la surface

— 6. Stade 5. Le blastodisque s'est aplati; entre lui et la couche intermédiaire a apparu la cavité germinative. On distingue, indépendamment de la lamelle enveloppante, la couche ectodermique, le feuillet moyen conjonctivo-vasculaire d'origine endodermique et le reste de la couche intermédiaire.

— 7. Une partie du blastodique et de la couche intermédiaire du stade 4. (Obj. 8 de Hartnack.)

— 8. Les noyaux de la couche intermédiaire entourés de leur couronne radiaire tels qu'ils se présentent quand on les voit étalés à la surface du globe deutoplasmique. (Obj. 8 de Hartnack.)

— 9. Une partie plus fortement grossie de l'embryon représenté fig. 6. (Obj. 8.)

— 10. Cellules du plancher de la cavité germinative chez le même embryon. (Obj. 8.)

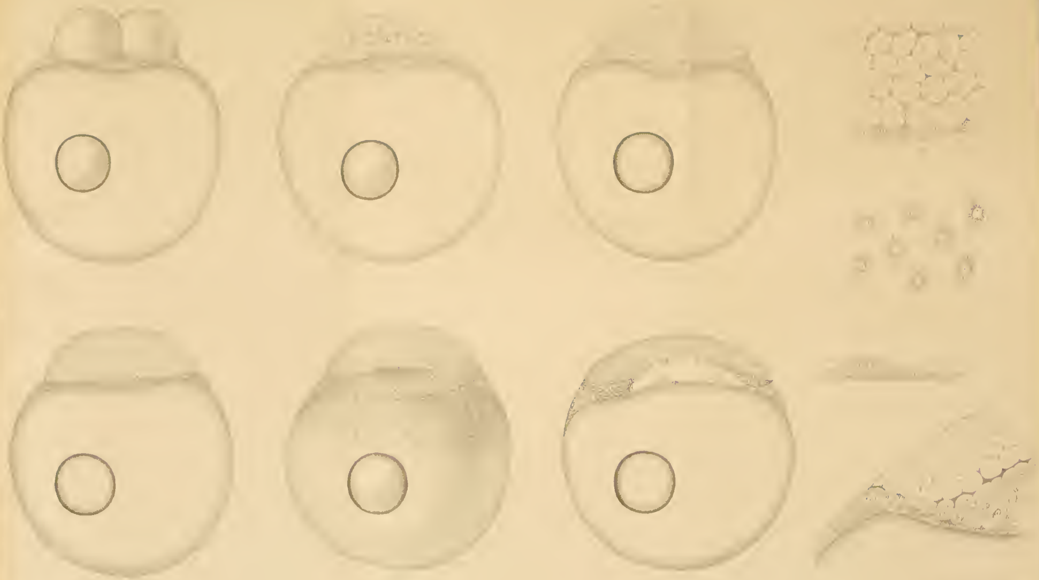
Recherches sur les Acinétiniens de la côte d'Ostende; par M. Julien Fraipont.

Travail du laboratoire d'embryogénie et d'anatomie comparée de l'Université de Liége. — Professeur M. Édouard Van Beneden.

INTRODUCTION.

L'histoire des *Polypes*, des *Vers* (*Turbellariés*, *Trématodes*, *Cestodes* et *Hirudinées*), des *Bryozoaires*, des *Tuniciers*, des *Crustacés*, des *Poissons* et des *Cétacés* de nos côtes a été écrite de main de maître par P.-J. Van Beneden, dans une série de travaux qui portent pour titre : *Recherches sur la faune littorale de Belgique.* Les *Protozoaires* n'ont pas été l'objet de publications spéciales de la part de ce savant.

Durant un séjour que je fis à Ostende pendant les mois d'août et de septembre de cette année, je me suis appliqué



à l'étude des *Acinétiniens* de nos côtes. J'ai terminé ces recherches au laboratoire d'*anatomie comparée de l'Université de Liége.*

J'ai trouvé huit espèces bien distinctes Cependant je ne doute pas qu'il n'en existe un plus grand nombre et j'espère, par des recherches ultérieures, pouvoir compléter la liste des *Acinétiniens* du littoral de Belgique. Quatre des espèces que j'ai étudiées vivent en commensales sur la *Clitia volubilis;* j'en ai trouvé trois autres sur la *Campanularia dichotoma;* enfin, une sur la *Sertularia argentea.* Il est probable que ces espèces ne se rencontrent pas exclusivement sur tel ou tel *hydroïde* particulier, mais qu'elles peuvent se fixer sur des formes très-différentes et non-seulement sur des *Polypes,* mais également sur des *Bryozaires,* des *Algues* et même sur des corps inertes. Je suis en mesure d'affirmer qu'il en est bien ainsi, tout au moins pour une des espèces, l'*A. tuberosa,* que l'on trouve en abondance sur diverses *Campanulaires* et *Sertulaires,* sur des *Bryozaires* tels que *Laguncula repens, Laguncula elongata* et *Bowerbankea imbricata.*

Parmi ces espèces six sont nouvelles; les deux autres ont été décrites et étudiées par Ehrenberg, par Stein et par Claparède ; ce sont : l'*Acineta tuberosa* (Ehr.) et l'*Acineta Lyngbyi* (Ehr.)

Parmi les espèces nouvelles que je crois pouvoir établir, une appartient au genre *Ophryodendron* (Claparède et Lachmann). Je la désigne sous le nom *d'O. Belgicum.* Trois appartiennent au genre *Acineta.* Je les appelle respectivement: *Acineta divisa, Acineta crenata, Acineta vorticelloïdes.* J'ai rencontré en outre deux *Podophrya* bien distinctes de toutes les espèces décrites jusqu'à présent: la *P. Benedeni* et la *P. truncata.*

Je ne me suis pas borné à l'étude des *Acinètes* au point de vue systématique. J'ai eu surtout en vue de revoir et de compléter les connaissances que l'on possède sur l'organisation et le développement de ces *Protozoaires.*

Le beau travail de Hertwig sur la *Podophryagemmipara* (1) nous a fait connaître un mode de reproduction qui n'avait été que soupçonné avant lui, la reproduction par bourgeonnement externe. Mais toutes les recherches antérieures de Claparède et de Lachmann, de Stein et de plusieurs autres avaient établi l'existence d'un mode de reproduction bien différent. Ils avaient montré que les *Acinétiniens* produisent des embryons internes, qui viennent au monde couverts d'une robe ciliée, et supposé que ces embryons se forment aux dépens du noyau du parent.

Quel est le rapport existant entre ces deux modes de reproduction? Se présentent-ils simultanément chez une même espèce? Ont-ils l'un et l'autre la signification d'une simple reproduction agame ou bien ce dernier mode de reproduction coexiste-t-il avec la reproduction sexuelle? Voilà autant de questions auxquelles il serait bien difficile de répondre dans l'état actuel de nos connaissances et il en est bien d'autres que l'on peut se poser, tant sur l'organisation que sur le développement, sans trouver dans les recherches des naturalistes qui se sont occupés de ce groupe, des éléments pouvant conduire à une solution positive.

La reproduction sexuelle tient de bien près à la génération scissipare chez les organismes inférieurs et quand nous voyons divers modes de génération coexister chez une seule et même espèce de *Vorticelles,* nous sommes tout au moins en droit de nous demander, si chez d'autres *Protozoaires* et chez les *Acinétiniens* en particulier, la reproduction agame seule admise par Hertwig est réellement la seule existante.

---

(1) *Ueber Podophrya gemmipara*, Morphologisches Jahrbuch von Carl Gegenbaur. Bd. I, He. I. 1875.

Je suis loin d'avoir tranché toutes les questions que soulève l'histoire des espèces que j'ai eues sous les yeux ; mais j'ai observé, j'ai constaté des faits nouveaux et je n'ai d'autre prétention que d'avoir apporté ma pierre à l'édifice.

Dans une première partie de mon travail je décrirai à propos de chaque espèce, étudiée séparément, ce que j'ai observé relativement à son organisation, à sa reproduction, à son développement. Dans une partie générale je ferai l'étude comparative et synthétique du groupe au point de vue systématique et organologique et je ferai remarquer ce qui dans mes recherches tend à modifier nos connaissances sur l'organisation, la reproduction et le développement des *Acinétiniens*.

Je remplis un agréable devoir en exprimant ici toute ma reconnaissance à M. le professeur Édouard Van Beneden qui a été pour moi un guide éclairé et bienveillant et dont l'appui et les conseils ne m'ont jamais manqué.

PARTIE SPÉCIALE.

OPHRYODENDRON BELGICUM.

Le genre *Ophryodendron* fut créé par Claparède et Lachmann pour désigner un groupe d'*Acinétiniens* d'une organisation toute particulière. Ce groupe est caractérisé avant tout par l'existence d'une trompe rétractile, portant près de son extrémité libre des organes ressemblant à des tentacules ou à des suçoirs. Le nom d'*Ophryodendron abie-*

tinum fut donné à l'espèce trouvée par eux à Glesnäsholm (écueil situé dans la mer du Nord non loin des côtes de Norwége). Cette espèce fut trouvée sur des *Campanulaires* qui, elles-mêmes, étaient fixées sur des *Zostera* (1). Claparède et Lachmann distinguèrent chez cet *Ophryodendron* deux formes d'individus : les uns, ils les comparèrent à des vers, les autres à des œufs fixés par leur petite extrémité.

Quelque temps après, Strethill Wright découvrait en Angleterre un organisme ayant beaucoup d'analogie avec l'espèce décrite par Claparède et Lachmann et lui donnait le nom de *Corethria sertulariæ.* Il trouva cette espèce sur la *Sertularia pumila.* Claparède revendiqua la priorité du nom *Ophryodendron*; et Strethill Wright qui, lors de la découverte de son *Acinétinien*, n'avait pas eu connaissance de l'ouvrage de Claparède, crut plus tard pouvoir identifier sa *Corethria sertulariæ* avec l'*O. abietinum* et accepta ce dernier nom pour désigner l'animal qu'il avait observé (2).

Dans un travail récent sur un *Ophryodendron* de la Méditerranée, Koch émet l'opinion que la *Corethria sertulariæ* n'est pas identique à l'*O. abietinum,* mais une espèce voisine (3), et propose de lui conserver le nom spécifique que lui avait donné St. Wright et de la désigner sous le nom de *O. sertulariæ.* Je me range complétement de cet avis;

---

(1) Claparède et Lachmann, *Études sur les Infusoires et les Rhizopodes.* Genève, vol. II, p. 143, pl. 3.

(2) St. Wright, *The Annales and Magazine of Natural History*, vol. VIII, third series. London, 1861, p. 120, pl. III, IV et V.

(3) Koch, *Zwei Acineten auf Plumularia cetacea.* Ellis. Jena, 1876, p. 7, note 1.

car si l'on s'en rapporte aux dessins des deux auteurs on devra reconnaître que les caractères de forme et d'organisation sont suffisamment distincts pour que l'on puisse les considérer comme deux espèces différentes.

L'*O. abietinum* a été trouvé depuis par Hincks près de Bangor, sur l'*Halecium halecinum*, et par P. J. Van Beneden sur la *Sertularia abietina* à Ostende, comme j'ai pu m'en convaincre par quelques croquis que ce savant a bien voulu me communiquer (1).

Hincks a décrit une nouvelle espèce sous le nom d'*O. pedicellatum;* elle se caractérise par la présence d'un pédicule à l'aide duquel l'organisme se fixe sur la loge ou la tige de la *Plumularia pinnata.* Il constate comme Claparède deux formes d'individus. N'ayant pas pu découvrir de formes de transition entre les deux genres d'individus, il admet le dimorphisme de l'espèce et nomme les uns *Proboscidiens*, les autres *Lagéniformes* (2).

Koch a publié, il y a quelque temps, l'histoire d'un *Ophryodendron* trouvé à Messine et auquel il donna le nom d'*O. pedunculatum* (3). Cet auteur constate également chez cette espèce, qui vit sur la *Plumularia cetacea*, la présence de deux formes correspondant aux *Proboscidiens* et aux *Lagéniformes* de Hincks; il les désigne respectivement sous les noms de *forme A et B.* Koch n'a pas eu connaissance du travail de Hincks sur l'*O. pedicellatum.* La description et les figures qu'il donne de son espèce se rapprochent tellement de celles faites par le naturaliste anglais, que je pense que les deux espèces sont excessivement voisines, si pas identiques. Toutefois, comme les dessins semblent indiquer des différences dans l'aspect du protoplasme, je crois qu'il faut considérer provisoirement l'*O. pedunculatum* comme distinct de l'espèce trouvée en Angleterre.

---

(1) M Van Beneden a donné une figure de l'*Ophryodendron* observé par lui à Ostende dans son étude sur *les Commensaux et les Parasites dans le règne animal*, p. 68. Paris, 1875.

(2) HINCKS, *Quarterly Journal of Microscopical Science*, vol. XIII, new series London, 1873, page 1, pl. I.

(3) Ouvrage déjà cité.

L'*Ophryodendron* que j'ai trouvé à Ostende sur la *Clitia volubilis* diffère de toutes les espèces décrites; de sorte que le nombre des espèces connues du genre s'élève à cinq.

On ne trouve jamais en grande abondance l'*O. belgicum*. Il y a lieu de distinguer chez cette espèce, comme chez l'*O. abietinum*, l'*O. pedunculatum* et l'*O. pedicellatum*, deux formes d'individus. Avec Hincks, j'appellerai les uns *Proboscidiens*, les autres *Lagéniformes*.

I. — PROBOSCIDIENS.

On peut distinguer chez un *Proboscidien* un corps et une trompe.

LE CORPS.

Forme générale.— L'aspect le plus fréquent sous lequel apparaît un *Proboscidien* est celui d'un ovoïde fixé par sa petite extrémité ou celui d'une poire à laquelle on aurait enlevé son pédicelle. Ce caractère le différencie tout d'abord de l'*O. pedicellatum* et de l'*O. pedunculatum*. Chez certains individus la partie rétrécie prend une forme plus allongée et donne à l'organisme l'aspect d'une massue. A la face supérieure et libre, la paroi du corps se creuse souvent en une gouttière plus ou moins profonde. Les bords qui délimitent cette gouttière ne sont jamais ou que très-rarement identiques; tandis que l'un est convexe et contribue à donner à l'*Acinétinien* un aspect pyriforme ou ovoïde, l'autre en général moins élevé est concave et sinueux.

Le corps protoplasmique que j'ai à décrire est délimité par une membrane et renferme une ou des vacuoles et un noyau. Nous aurons donc à distinguer successivement ces différentes parties.

La cuticule. — Le corps de l'*O. belgicum* est recouvert par une membrane assez épaisse, réfractant fortement la lumière et présentant à la coupe optique un double contour. La substance qui constitue cette cuticule me paraît amorphe. Si l'on suit la membrane vers l'extrémité basale de l'organisme, on voit que, chez certains exemplaires, elle s'épaissit en un disque plus ou moins large qui s'insère solidement sur la loge ou la tige de la *Clitia volubilis* (figure 14 et 24). Lorsque ce disque est considérable il arrive qu'il n'est pas exclusivement constitué par la cuticule, mais que la substance protoplasmique périphérique y pénètre. Chez d'autres individus la membrane se moule simplement suivant une petite surface sur le *périsarc* du *Polype* et y adhère fortement (figure 16). Chez d'autres encore elle forme un épaississement assez considérable ayant l'apparence de deux cônes placés bout à bout. L'un constitue l'extrémité de la base du corps, l'autre l'organe de fixation. Ce dernier est souvent plissé à sa surface dans le sens vertical (fig. 18).

La substance protoplasmique. — Le protoplasme est très-opaque chez la plupart des *Proboscidiens* adultes et est pourvu de granulations de différentes grosseurs. Les unes sont plus foncées, les autres plus claires; les unes sont sphériques, les autres ont des bords irréguliers. Chez certains individus il existe dans le protoplasme de petits corps fusiformes à bords très-réfringents (fig. 18). Claparède et Lachmann (1) ont cru d'abord voir en eux les *organes urticants* de la *Campanularia* qui auraient été secondairement introduits chez l'*Ophryodendron ;* mais ils n'ont pu conserver cette manière de voir. Quant à moi, je ne suis pas en mesure de donner des renseignements précis, d'où l'on puisse induire la véritable origine et la signification de ces corpuscules. J'incline à croire néanmoins qu'ils sont un produit du protoplasme de l'organisme et qu'ils doivent être comparés aux *Trichocystes* que l'on connaît chez plusieurs *Infusoires.* Chose remarquable, certains individus en sont complétement dépourvus, d'autres en ont un petit nombre; enfin il en est, mais peu nombreux, dont le corps est chargé de ces éléments au point d'en perdre toute transparence. Je les ai vus aussi chez les *Lagéniformes.* Claparède avait observé que les embryons ciliés eux-mêmes étaient quelquefois pourvus de ces éléments, qui se montraient alors renfermés dans des corps vésiculiformes; ce qui confirme le rapprochement que j'ai cru devoir établir entre les corpuscules et les trichocystes des *Infusoires.*

On peut distinguer dans le protoplasme des *Proboscidiens* favorables à l'observation une couche corticale claire, finement granuleuse et une couche médullaire plus foncée, plus opaque et tenant en suspension des granules plus volumineux. Si l'on fait agir l'alcool fort et le picrocarmin, la distinction entre l'*ectosarc* et l'*endosarc* devient plus marquée.

Cette différenciation du protoplasme en deux couches n'a pas été remarquée par les observateurs qui m'ont précédé dans l'étude des *Ophryodendron.*

---

(1) Ouvrage déjà cité page 143, vol II.

Vacuoles. — Claparède et Lachmann semblent seuls avoir trouvé chez l'*O. abietinum* une vacuole qu'ils n'ont cependant pas vu pulser avec certitude. Chez l'*O. belgicum* la présence d'une vacuole est constante. Tantôt il en existe une, tantôt deux. Il se pourrait même que l'on en trouvât un plus grand nombre. Quand la vacuole est unique elle se forme dans la partie renflée du corps, mais pas à la même place chez les différents individus. Quand il y en a deux, l'une se trouve dans la partie antérieure du corps, l'autre dans la portion rétrécie. Cette dernière vésicule n'atteint jamais le volume de la première. La forme de la vacuole est le plus souvent ovoïde; ses bords sont plus ou moins irréguliers et son contenu est clair et hyalin. Jamais je ne l'ai vue pulser; cependant j'ai tout lieu de croire qu'elle se comporte de la même façon que les vacuoles contractiles des autres *Acinétiniens.* Stein (1) et après lui Hertwig ont constaté que chez les Protozoaires marins la durée de temps qui s'écoule entre deux systoles est beaucoup plus longue que chez les Protozoaires d'eau douce. Hertwig (2) rapporte même que chez le *Podophrya gemmipara* il s'écoulait quelquefois plusieurs heures avant qu'une vacuole crevât. On comprendra par là qu'il n'y a rien d'étonnant à ce que je n'ai pas vu pulser la vacuole chez mon espèce, car jamais je n'ai suivi pendant longtemps la même vacuole contractile.

Le noyau. — C'est Koch qui le premier a observé d'une façon certaine et complète le noyau chez l'*Ophryodendron* (1). Les observateurs qui l'ont précédé, ou bien n'ont pas vu de nucléus, ou bien ne l'ont déchiffré que partiellement. Cela ne doit surprendre personne, vu que le noyau n'est pour ainsi dire jamais visible chez ces organismes en vie et que les auteurs qui ont précédé Koch n'ont pas appelé à leur aide l'action des réactifs.

---

(1) Stein, *Organismus der Infusionsthiere.* Leipzig, 1859, t. I, p. 91.

(2) Hertwig, ouvrage cité.

La méthode que j'ai employée avec le plus de succès pour faire apparaître le nucléus consiste dans l'application de l'alcool absolu (pendant cinq minutes) et du picrocarminate d'ammoniaque (pendant un quart d'heure). L'acide osmique noircit rapidement la substance des *Ophryodendron* et ne m'a pas donné d'aussi bons résultats. Par la première réaction que je viens de citer, le protoplasme ne se teint que faiblement en rose, tandis que le noyau se colore fortement en rouge. Chez l'adulte, le nucléus a une forme peu constante ; cependant il est presque toujours arborescent. On peut en général lui distinguer un corps ou tronc principal et des diverticules. Il est quelquefois massif et lobulé, mais le plus souvent il est pourvu de prolongements plus ou moins effilés qui se terminent toujours par un renflement. D'autres fois, il a une forme qui rappelle un E, un F ou un Y, dont les deux bras sont toujours dirigés vers l'extrémité antérieure du corps (fig. 14, 15, 20). C'est ce dernier cas qui est le plus fréquent.

Le volume du noyau est aussi fort variable et n'est pas toujours proportionnel à la taille des individus.

Le nucléus est moins compliqué chez les jeunes exemplaires : il a alors le plus souvent la forme d'un bâtonnet renflé à ses deux extrémités et plus ou moins recourbé sur lui-même.

---

(1) Koch, ouvrage cité.

Il ne m'a pas été donné d'observer rien de particulier quant à la structure interne du noyau chez l'adulte. Pour ce qui concerne le noyau des sujets très-jeunes, j'en parlerai dans la partie qui traite du développement.

LA TROMPE.

Claparède et Lachmann pas plus que Hinks n'ont déchiffré la structure intime de cet organe chez les *Ophryodendron;* Koch a pu en donner une description plus complète grâce à l'emploi de l'hématoxyline. Pour Wright, la trompe de l'*O. abietinum* serait constituée d'une substance très-réfringente et contractile, identique à la substance constituant la tige des *Zoothamnium.* Si j'en juge par mes observations sur la trompe de l'*O. belgicum*, je ne puis pas partager l'opinion de Wright.

La trompe chez l'*O. belgicum* est insérée dans la dépression supérieure du corps, un peu sur le côté. Elle est recouverte par la cuticule amincie. Son diamètre transversal est plus large à sa base qu'à son extrémité libre. C'est un organe éminemment contractile : tantôt elle est épanouie, tantôt elle se contracte et disparaît complétement à l'intérieur de la concavité et quelquefois s'enfonce assez profondément à l'intérieur du corps protoplasmique. Lorsque la trompe est un peu contractée on aperçoit à sa surface des sillons transversaux qui ont leur siége dans la cuticule. Elle peut aussi s'incliner de tous côtés en s'infléchissant sur sa base d'insertion.

Remarque intéressante et qui a son importance au point de vue des caractères morphologiques et physiologiques que l'on doit attribuer à la trompe, le protoplasme du corps y circule librement. Cependant il y est plus clair et ordinairement plus finement granuleux. Il n'est pas rare de trouver dans le protoplasme de cet organe des *corpuscules naviculaires* (fig. 14).

Suçoirs préhenseurs. — L'extrémité libre de la trompe se termine par une couronne d'appendices digitiformes. Quoique je n'aie jamais vu d'*Ophryodendron* se servir de ces organes pour saisir une proie, je pense qu'ils sont les homologues des appendices de préhension et de succion des autres *Acinétiniens.* Leur mode d'agir et de se contracter, la constitution et les mouvements de la trompe, tout me porte à croire que c'est bien là leur fonction. Je propose de nommer ces organes : *suçoirs préhenseurs.*

La disposition radiée des suçoirs préhenseurs autour d'un axe commun est la même que chez l'*O. pedunculatum* et l'*O. Pedicellatum,* tandis qu'elle s'éloigne tout à fait de celle qui caractérise l'*O. abietinum* et l'*O. sertulariæ.*

La cuticule, plus amincie encore que sur la trompe, recouvre les suçoirs préhenseurs. Contrairement à ce qui arrive chez la plupart des autres genres d'*Acinétiniens,* ces appendices ne sont pas pourvus de renflements à leur extrémité libre. Lorsqu'ils sont épanouis, ils sont assez grêles et d'une transparence magnifique. Ils peuvent se mouvoir dans tous les sens et rentrer complétement à l'intérieur de la trompe. Je n'ai pu les y suivre que chez quelques exemplaires particulièrement favorables et encore leurs contours étaient-ils assez vagues.

II. — LAGÉNIFORMES.

Les *Individus lagéniformes* sont caractérisés par l'absence de trompe proprement dite et de suçoirs préhenseurs. De plus, leur aspect est complétement différent de celui des *Proboscidiens;* il rappelle la forme d'une bouteille dont le goulot serait terminé par un renflement à convexité bien marquée. Ce dernier détail les différencie des *Lagéniformes*, de l'*O. abietinum*, de l'*O. pedicellatum* et de l'*O. pedunculatum*, dont je m'occuperai dans la discussion des rapports entre les deux formes d'individus. Ils sont quelquefois pédiculés, comme c'est le cas chez les autres espèces d'*Ophryodendron*. Ce pédicule consiste en une tigelle grêle et rectiligne, qui pénètre assez profondément à l'intérieur du protoplasme. La substance qui le constitue est très-réfringente et paraît complétement amorphe (fig. 30). Mais la plupart des *Lagéniformes* que l'on rencontre ne sont pas pédiculés; alors ils sont fixés au *périsarc* de la *Clitia volubilis* par une surface plus ou moins considérable (fig. 31). La cuticule a tous les caractères de la cuticule des *Proboscidiens.*

Quant au corps protoplasmique, il renferme les mêmes éléments que celui de la première forme. Quelquefois il est un peu plus clair que celui des *Proboscidiens.* Un ectosarc clair et finement granuleux se laisse facilement constater (fig. 10). Quant à l'endosarc, il est plus foncé, plus opaque, et les granulations y sont plus volumineuses (fig. 10). L'acide osmique, l'alcool fort et le picrocarminate d'ammoniaque rendent ces deux couches plus manifestes (fig. 30).

On trouve souvent chez les *Lagéniformes* ces *corpus-*

cules naviculaires dont j'ai déjà parlé, et même quelquefois en grande abondance (fig. 31). On distingue également dans le protoplasme une ou deux vacuoles, le plus souvent ovoïdes et occupant une place peu constante chez les différents individus.

Noyau. — Le noyau n'est pas visible chez le *Lagéniforme* en vie. Il apparaît fortement coloré en rouge après le traitement par l'alcool fort et le picrocarmin. Il est peu compliqué et moins volumineux que celui de la plupart des *Proboscidiens* adultes. Il a la forme d'un bâtonnet aminci au milieu et renflé à ses deux extrémités (fig. 31), ou plus rarement celle d'un fer à cheval; mais jamais il ne possède de diverticules (fig. 30). Enfin, il occupe généralement le centre de la portion endosarcique du corps.

Quant aux formes de transition entre les deux catégories d'individus, je me propose d'en parler dans un chapitre spécial.

REPRODUCTION ET DÉVELOPPEMENT.

On a observé chez les *Ophryodendron* deux modes de reproduction : la reproduction par *bourgeonnement externe* et la reproduction par *bourgeonnement interne.*

La première a été constatée par Claparède et Lachmann, comme le prouvent manifestement la description et les dessins qu'ils en donnent (1). Elle a également été observée par Wright, Koch et Hinks (2). Ce dernier l'a décrite même chez des *Lagéniformes;* de plus, du fait qu'il vit deux individus attachés par le même pédicule, cet auteur conclut à la possibilité de l'existence d'une *reproduction fissipare* consistant en une division longitudinale.

---

(1) Ouvrage déjà cité, 2e volume, 3e partie, p.143 et pl V, fig.4 et 7.

(2) Ouvrages déjà cités.

Quant à la production d'embryons internes, mes prédécesseurs, à l'exception de Wright, l'ont également observée : Claparède et Hincks ont décrit des embryons internes ayant beaucoup d'analogie avec les embryons externes dont parle Hertwig chez la *Podophrya gemmipara.* Ils étaient ovales ou allongés, avaient une face légèrement convexe, l'autre aplatie ou concave et pourvue de cils vibratiles.

Quant à moi, je n'ai remarqué chez mon espèce que la reproduction gemmipare; et pas plus que mes prédécesseurs je n'ai pu suivre les différents stades de l'évolution de cet *Acinétinien* sur le même individu.

C'est à la face supérieure et libre du corps des *Proboscidiens* qu'apparaissent les bourgeons. Tout d'abord ceux-ci ne sont qu'un simple renflement du corps protoplasmique à convexité parfaitement régulière. Parfois on en observe qui n'ont pas cette forme. On en trouve qui paraissent doubles. Ils se terminent par deux bosselures affectant entre elles les mêmes rapports que les condyles de l'extrémité inférieure du *fémur* (fig. 25).

Le bourgeon, généralement unique, commence à s'individualiser par un étranglement qui se fait à sa base, de la surface vers l'intérieur. Si l'on traite par le picrocarminate d'ammoniaque un sujet parvenu à cette phase, on trouve que le noyau du parent envoie un prolongement grêle qui se termine dans le bourgeon par un renflement sphérique. Je n'ai pas observé que le noyau changeât de place et gagnât de plus en plus l'extrémité antérieure du corps pour pousser des diverticules dans les gemmes, comme c'est le cas chez la *Podophrya gemmipara*. J'ai pu voir chez un seul exemplaire de cet âge une tache se colorant plus fortement à l'intérieur du renflement terminal du noyau (fig. 24). Je pense pouvoir considérer ce corpuscule comme un nucléole.

Si l'on étudie des bourgeons plus avancés en âge, on voit que le corps prend une forme plus ou moins sphérique et adhère encore au parent par une portion de sa surface dont l'étendue varie avec les individus. Le corps protoplasmique de ces bourgeons est identique à celui des bourgeons plus jeunes. Quant au noyau, il est complétement séparé de celui du parent. Il possède alors une forme qui rappelle assez bien celle d'un quadrilatère. Il est beaucoup plus clair que celui de l'adulte et par l'action des réactifs que j'ai cités plus haut, on y distingue ordinairement deux petits corpuscules très-foncés que je prends pour des *nucléoles*.

Je n'ai pas observé de stade plus avancé chez des exemplaires encore attachés au parent.

Mais on trouve souvent, dans le voisinage des *Proboscidiens*, de très-jeunes sujets fixés sur des *Clitia volubilis*.

L'absence de cils vibratiles chez les bourgeons les plus développés et le fait que je n'ai jamais vu de formes libres rappelant celle de ces bourgeons me porte à croire que les gemmes se détachant des parents se fixent immédiatement dans leur voisinage.

Examinons les plus jeunes sujets fixés sur la *Campanulaire*. Ils ont une apparence pyriforme et sont caractérisés par l'absence de trompe. A la face supérieure qui est la grosse extrémité on distingue souvent un sillon plus ou moins bien accentué. Une cuticule à double contour enveloppe complétement le corps protoplasmique. Celui-ci est finement granuleux, et je n'y ai distingué ni masse médullaire, ni substance corticale. Il existe dans le protoplasme une vacuole dont les bords sont assez irréguliers et dont le contenu se colore en rose par le picrocarmin. Le noyau occupe le centre de l'organisme et a plus ou moins la forme d'un bâtonnet renflé à ses deux extrémités. Jamais chez ces individus je n'ai trouvé de nucléole (fig. 27).

Nous devons examiner ici le fait de la présence des nucléoles chez les bourgeons et de leur absence chez les adultes. Je ferai remarquer tout d'abord que j'ai observé ce fait chez plusieurs *Podophrya* et *Acinètes marines*. De plus chez l'*Acineta tuberosa,* on peut voir un beau nucléole dans le noyau de jeunes individus fixés et ayant déjà reproduit la forme du parent. Au moment de la production des bourgeons le noyau pousse un prolongement dans l'intérieur du gemme en voie de formation. Ce prolongement est toujours renflé à son extrémité. Quelquefois un nucléole apparaît dans ce renflement terminal avant la rupture du pédicule qui rattache au nucléus du parent le noyau de l'individu en voie de formation. Mais le plus souvent un ou deux nucléoles apparaissent dans le noyau dérivé, après la rupture du pédicule. Ces nucléoles se colorent par le picrocarmin beaucoup plus fortement que le reste du noyau. Dès que les gemmes se sont détachés du parent, il n'est plus possible de distinguer les nucléoles. La présence des nucléoles paraît donc caractériser chez les *Acinétiniens* un moment déterminé de l'évolution de l'individu.

Je ne puis donner actuellement une interprétation de ce fait. Mais j'ai cru devoir attirer l'attention sur ce détail en ce moment où l'étude du noyau de la cellule attire si vivement l'intérêt des histologistes.

On peut suivre chez différents exemplaires toutes les phases de transition depuis les plus jeunes individus décrits plus haut jusqu'aux sujets plus volumineux qui ont un aspect d'ovoïde (fig. 29). Chez ceux-ci la constitution du corps et du protaplasme est la même que chez les précédents. Quant au noyau, il est devenu plus voluminieux et a pris la forme d'un bâtonnet renflé à ses deux extrémités (fig. 29). Il est aisé de passer de cette forme à un individu *lagéniforme* proprement dit. Il suffit que le diamètre transversal du jeune sujet diminue tant soit peu, et que la partie antérieure de son corps s'étire en avant (fig. 30). Pour ce qui est de la présence d'un pédicule transitoire chez les *Lagéniformes,* le fait n'est pas si extraordinaire. En effet, bien des organes chez des *Protozoaires* aussi bien que chez des animaux supérieurs apparaissent dans le cours de leur évolution individuelle pour disparaître ensuite. C'est ce qui arrive chez des *Lagéniformes* plus âgés et plus massifs (fig, 31). Enfin, que l'extrémité antérieure se différencie progressivement (fig. 10) et l'on arrrive ainsi par une suite de formes transitoires non interrompues à la forme du *Proboscidien* (fig. 19 et 20).

RAPPORTS DES PROBOSCIDIENS ET DES LAGÉNIFORMES.

Discutons maintenant les diverses opinions qui ont été émises au sujet des liens qui rattachent les *Proboscidiens* aux *Lagéniformes.*

Tout d'abord il n'y a pas lieu de douter que les deux formes n'appartiennent à une seule et même espèce.

Mais cette espèce est-elle dimorphe comme le prétend

Hincks et les *Lagéniformes* ont-ils pour fonction de fournir la nourriture nécessaire aux *Proboscidiens* que l'on n'a jamais vus se servant de leurs appendices ?

Ou bien, comme semble le croire Koch, les *Lagéniformes* peuvent-ils, après s'être détachés de leurs pédicules, se fixer sur les *Proboscidiens,* se souder, puis se confondre avec eux ; et les embryons ciliés ne prendraient-ils naissance que dans les individus formés par suite d'une véritable conjugaison entre un *Proboscidien* et un *Lagéniforme?* Ou bien enfin les bourgeons que produisent les *Proboscidiens* donnent-ils indifféremment naissance à des individus à trompe (Clap. et Lachmann, liv. 2, pl. 5, fig. 7) ou à des *Lagéniformes,* et ceux-ci ne constituent-ils qu'une phase de l'évolution de ceux-là ?

Il est remarquable que cette dernière hypothèse qui est certainement celle qui se présente le plus naturellement à l'esprit n'ait été soutenue par aucun des auteurs qui se sont occupés des *Ophyodendron.*

Constatons d'abord que l'on ne trouve jamais chez mon espèce des individus *Lagéniformes* fixés sur les *Proboscidiens.* Ce fait exclut déjà à lui seul l'hypothèse de Koch. Les bourgeons que produisent les individus pourvus de trompe sont notablement plus petits que les *Lagéniformes;* de sorte qu'il faudrait pour faire cadrer les faits que j'ai constatés, avec l'hypothèse que cet auteur semble accepter, supposer que les *Lagéniformes,* non-seulement se détachent de leur pédicule, non-seulement changent de forme avant de se fixer sur les *Proboscidiens* mais admettre en outre qu'ils diminuent de volume, que leur noyau devient plus simple, qu'en un mot les *Lagéniformes* suivent une série de transformations inverses de celles qui caractérisent les stades successifs de l'évolution des autres *Acinétiniens.*

Quant à l'hypothèse du dimorphisme émise par Hincks, elle repose sur l'absence de formes intermédiaires entre les deux sortes d'individus distingués par lui.

J'ai fait connaître plus haut plusieurs formes établissant le passage entre les *Lagéniformes* et les *Proboscidiens,* et je ne doute pas de l'identité morphologique de la trompe de ceux-ci avec l'extrémité antérieure effilée des *Lagéniformes.* Des individus comme celui que j'ai figuré pl. I, fig. 10, me paraissent très-démonstratifs à cet égard.

Au reste, si Hincks et Koch n'ont pas vu ces formes intermédiaires, Claparède et Lachmann ont été plus heureux.

Comment ces auteurs considèrent-ils les individus dont Claparède et Lachmann disent : « L'extrémité antérieure » de ces espèces de vers présentaient une espèce d'enfoncement spécial que nous crûmes devoir considérer » comme une bouche ou comme une ventouse de succion, » mais que nous reconnûmes bientôt n'être qu'une fossette indiquant l'ouverture d'une cavité dans laquelle » était logé un long organe rétractile que nous avons à » décrire plus loin ; » Et dans un autre passage : « En » compagnie de cet animal en forme de ver, s'en trouvaient d'autres dont le corps était pour ainsi dire plus » trapu, offrant l'apparence d'un œuf dont la pointe serait » tournée vers le bas. Quelquefois aussi on rencontrait des » individus, qui, tout en présentant une forme ovoïde, » étaient cependant plus allongés, si bien qu'on trouvait » tous les passages possibles de la première forme que » nous avons décrite à la seconde (1). »

---

(1) Claparède et Lachmann, ouvrage déjà cité, 2^{me} vol., pp. 143 et 144.

Ces savants n'ont pas cherché à s'expliquer la cause de ces formes de transition entre les deux sortes d'individus. Mais que répondront à ces faits les défenseurs du dimorphisme. Pour moi, il me paraît évident que Claparède et Lachmann ont donné la solution de la question, puisqu'ils ont vu un organe rétractile, qui est la trompe (comme Clap. et Lachmann le disent dans un autre passage) invaginée dans l'orifice que Hincks a considéré comme caractérisant l'extrémité antérieure des *Lagéniformes.*

Je conçois donc comme suit la reproduction des *Ophryodendrons :* Les *Proboscidiens* donnent naissance par bourgeonnement externe à des individus semblables à eux, soit directement (Clap. et L., liv. 2, pl. 5, fig. 7), soit après qu'ils ont passé par la phase d'individus *lagéniformes.*

Les *Proboscidiens* produisent en outre des germes par bourgeonnement interne ou par voie endogène; et ces germes viennent au monde partiellement couverts de cils vibratiles. Le sort ultérieur de ces derniers n'est pas connu; mais on peut en dire autant de la grande majorité des embryons des *Acinétiniens.*

Les bourgeons de notre *Ophryodendron* seraient analogues aux embryons externes de la *Podophrya gemmipara* d'Hertwig. Ce mode de reproduction ne présente donc rien d'exceptionnel si ce n'est que les gemmes ne deviennent pas ciliés. C'est ce qui explique qu'ils ne se portent pas à de grandes distances des parents, mais se fixent dans leur voisinage pour contribuer à la formation de colonies.

Les embryons internes ont été si souvent observés chez les *Acinétiniens* qu'à ce point de vue encore la reproduction des *Ophryodendron* n'a rien d'extraordinaire.

Enfin quant à la coexistence de ces deux modes de reproduction chez une même espèce, elle est connue chez une foule d'organismes inférieurs, et il n'est pas besoin de sortir du groupe des Protozoaires pour en trouver des exemples.

Voici quelques mesures prises sur l'*Ophryodendron belgicum :*

Le plus grand *Proboscidien* que j'ai eu sous les yeux mesurait depuis l'extrémité basale jusqu'à l'extrémité supérieure convexe : $0^{mm},1144$.

Le plus petit individu fixé sur le polype que j'ai observé mesurait : $0^{mm},0385$.

Le plus grand bourgeon que j'ai vu encore attaché au parent mesurait en diamètre : $0^{mm},0220$.

La longueur moyenne des *Proboscidiens* est de $0^{mm},0750$ à $0^{mm},0800$.

La hauteur des plus grands *Lagéniformes* est de $0^{mm},0990$.

La plus grande largeur des *Lagéniformes* est de $0^{mm},0165$.

La longueur moyenne de la trompe des *Proboscidiens* est de $0^{mm},0330$.

La plus grande largeur en moyenne est de $0^{mm},0055$.

La hauteur moyenne des suçoirs préhenseurs épanouis est de $0^{mm},0110$.

La largeur moyenne des suçoirs préhenseurs épanouis : $0^{mm},0016$.

ACINETA DIVISA.

Le genre *Acineta* créé par Erhenberg a reçu de Claparède et Lachmann sa signification actuelle. Les *Acinètes* proprement dites se distinguent principalement du genre

Podophrya en ce qu'elles possèdent une loge creuse. Ce genre comprend un assez grand nombre d'espèces parmi lesquelles il en est qui ont été assez complétement décrites pour permettre de les reconnaître sans trop de difficultés. D'autres, au contraire, n'ont été que fort imparfaitement étudiées.

J'ai observé à Ostende plusieurs *Acinètes*. L'espèce dont je vais donner la description s'éloigne de toutes les formes connues; je la considère comme nouvelle et je propose de la désigner sous le nom de : *Acineta divisa*.

L'*A. divisa* rappelle, à première vue, une espèce trouvée par Claparède et Lachmann sur les côtes de Norwége et décrite sous le nom d'*A. patula* (1). Les détails que ces savants donnent sur l'organisation et la reproduction de cette espèce sont fort insuffisants. Cependant l'insertion de la loge sur le pédicule, les dimensions de celui-ci, les caractères des appendices et plusieurs autres particularités distinguent nettement les deux espèces.

J'ai trouvé l'*A. divisa* sur les loges et plus souvent sur les tiges de la *Campanularia dichotoma*. Ce *Polype* était lui-même fixé sur des *Fucus vesiculosus* qui flottaient en abondance à la surface de l'eau d'une huîtrière.

La forme la plus ordinaire de cette *Acinète* rappelle celle d'un ovoïde placé sur une coupe à champagne plus ou moins évasée, le pied de cette coupe étant d'une longueur variable mais toujours très-grêle. Cette position du corps sur la loge est la même que chez l'*A. patula*.

---

(1) *Études sur les Infusoires et les Rhizopodes,* 3^me^ partie, 2^me^ volume, p. 135, pl. V, fig 12 à 17.

ORGANISATION.

On peut distinguer chez l'*A. divisa* un squelette et un corps protoplasmique. Commençons cette étude par la constitution du squelette.

LE SQUELETTE.

Le squelette comprend le *pédicule*, la *loge* et la *cuticule* recouvrant le corps pratoplasmique.

Le pédicule. — Le pédicule est l'organe de fixation de l'*Acinète*. Il est très-grêle et peut atteindre en longueur jusqu'à cinq fois la hauteur de la loge. Sa largeur moyenne est de $0^{mm},0033$. Chez l'*A. patula* il a toujours une largeur plus considérable.

Le pédicule se constitue de deux parties : une membrane réfractant fortement la lumière et une substance centrale d'un aspect mat. Au point d'insertion de la loge sur le pédicule la paroi de celle-là est en continuité avec la membrane de celui-ci. On n'aperçoit pas davantage une limite bien marquée entre la substance centrale du pédicule et l'intérieur de la loge. Chez l'*A. patula* la loge se termine en pointe à la partie inférieure et cette pointe repose sur le pédicule dont l'extrémité est également effilée. Il en résulte que les rapports entre le pédicule et la loge sont ceux de deux cônes placés bout à bout. Jamais chez l'*A. divisa* ce mode d'insertion n'existe. Et l'on ne distingue au niveau de l'insertion de la loge avec le pédicule qu'un faible étranglement de la membrane et encore n'est-il pas constant. A son extrémité basale le pédicule se renfle en une petite ampoule, plane à sa face inférieure et qui se moule sur le *périsarc* de la *Campanulaire* en y adhérant fortement.

La substance centrale pénètre également dans ce renflement et s'arrête contre la paroi interne de la membrane. Ce sont là les seuls détails d'organisation que la ténuité du pédicule m'a permis d'observer.

La loge. — La loge est l'organe de sustentation du corps protoplasmique. Sa forme est peu constante et, si on a un grand nombre d'exemplaires sous les yeux, il est aisé de voir toutes les transitions depuis une forme très-allongée jusqu'à une forme très-évasée. Il faut attribuer cette diversité d'aspect à l'âge et surtout à la quantité plus ou moins grande de nourriture absorbée par l'organisme. La substance qui constitue la loge est d'ailleurs très-élastique.

On peut distinguer dans la loge : une paroi et une cavité. La paroi réfracte fortement la lumière et à la coupe optique on lui voit un double contour. Si l'on observe des loges vides, on s'aperçoit que sur les bords libres la paroi s'invagine à l'intérieur pour constituer un véritable plancher, sur lequel vient s'appuyer et se mouler le corps protoplasmique (fig. 5).

Ce plancher est aussi fort élastique. En effet le corps de l'*Acinète* peut s'enfoncer profondément à l'intérieur de la coupe (fig. 2) ou en sortir presque complétement (fig. 1).

Quant à la cavité, elle est circonscrite de tous côtés par la paroi de la loge. Elle me paraît remplie d'un liquide qui peut être résorbé par le protoplasme dans certaines circonstances. C'est ainsi seulement que je puis m'expliquer le fait que le plancher sur lequel repose le corps protoplasmique de l'*Acinète* peut être plus ou moins refoulé à l'intérieur de la coupe.

Quelle est cette substance qui remplit la cavité de la loge?

Stein (1) a fait connaître, chez l'*A. mystacina*, une couche de substance gélatineuse (*Gallertschicht*) qui enveloppe le corps de l'organisme et qui est traversée par les « suçoirs. » Comme chez toutes les *Acinètes*, le corps protoplasmique est délimité par une cuticule; il est clair que cette substance est rejetée par l'*Acinète* à travers cette membrane. Rien d'étonnant, si l'on trouve un produit de sécrétion dans l'intérieur de la loge de mon espèce. Cette substance peut être analogue à la gélatine de l'*A. mystacina* et avoir été rejetée par le corps protoplasmique à travers la membrane qui lui sert de surface de sustentation.

La cuticule du corps protoplasmique. — Une membrane cuticulaire recouvre et protége le corps protoplasmique. Elle est en continuité directe avec la paroi de la loge. Voici la façon dont elle se comporte: la membrane de la loge, après s'être invaginée, se dédouble à une petite distance du bord libre; l'une des lames va constituer le plancher cuticulaire; l'autre revêt la portion du corps qui est à découvert. C'est cette dernière portion qui est à proprement parler la cuticule du corps protoplasmique. Elle réfracte fortement la lumière et a un double contour.

Chez certains individus, le corps protoplasmique se détache du plancher de la loge et prend, du côté de celui-ci, une forme concave. Il apparaît ainsi, là où le soulèvement a eu lieu, un espace libre circonscrit d'un côté par le plancher, de l'autre par le corps de l'*Acinète* (fig. 16).

Le protoplasme est délimité en ce point par une ligne foncée et très-nette.

---

(1) *Die Infusionsthiere.* Leipzig, 1854.

LE CORPS PROTOPLASMIQUE.

Forme générale. — L'aspect du corps de l'*A. divisa* est très-variable. Cependant sa forme la plus constante est celle d'un ovoïde trop étroit pour se maintenir sur le bord libre de la loge. Cet ovoïde s'élargit à sa base suivant une certaine épaisseur et peut ainsi se soutenir sur l'espèce de plateau formé par les bords évasés de la coupe et le plancher cuticulaire. D'où il suit que l'on peut considérer au corps protoplasmique deux parties distinctes : une portion située dans la concavité formée par l'invagination de la paroi de la loge et que j'appelle *portion adhérente* du corps; en second lieu, une partie située à l'extérieur de la loge : c'est la *portion libre* du corps (fig. 4 et 8).

Il existe fréquemment des exemplaires, dont la *portion adhérente* a pris une extension assez considérable pour faire saillie hors de la coupe, en prenant une forme convexe. Du milieu de cette convexité, un peu creusée suivant une certaine surface, s'élève la *portion libre.* Quelquefois le sillon délimitant les deux parties, est oblique (fig. 5). Mais, comme dans tous les cas précédents, c'est la *portion libre* seule qui est pourvue d'appendices.

J'ai observé un individu, dont la *portion libre* s'était fortement étirée en longueur et avait pris l'apparence d'une trompe renflée à son extrémité supérieure. Les organes tentaculiformes (fig. 10) étaient fixés sur ce renflement.

La division du corps en deux parties distinctes disparaît chez les sujets qui ont absorbé une grande quantité de nourriture. Alors, le corps gonflé par les matières alimentaires, prend la forme d'un ovoïde régulier, ou d'une sphère, et pénètre assez profondément à l'intérieur de la loge (fig. 2).

Nous avons à voir maintenant la constitution de la substance protoplasmique, et à examiner successivement les différents éléments que l'on trouve dans le corps, à savoir : la *vacuole pulsatile* et le *noyau.*

Constitution du protoplasme. — Le protoplasme, chez l'adulte, est très-opaque et d'une coloration jaune sale. Il est pourvu de granulations de différentes grosseurs. Il en est un certain nombre plus volumineuses, dont les bords sont très-irréguliers. Ces grosses granulations existent surtout en abondance chez les *Acinètes* de grande taille gonflées par la nourriture (fig. 2). Quant à la coloration du corps, je partage complétement l'avis de Hertwig (1) à ce sujet : elle n'est pas accidentelle, et due à la présence de matières étrangères colorées, mais un produit du protoplasme et une propriété qui le caractérise. On peut distinguer chez certains individus, même vivants : un ectosarc et en endosarc (fig 4 et 8). L'ectosarc est clair et pourvu de fines granulations. Son épaisseur est très-faible en comparaison de l'endorsarc. Celui-ci tient en suspension les grosses granulations. Et c'est dans son sein que la coloration jaune est la plus accentuée.

En traitant par l'alcool absolu et le picrocarminate d'ammoniaque, la délimitation entre la couche médullaire et la couche corticale devient plus manifeste.

Enfin, le protoplasme de la *portion adhérente* est identique au protoplasme de la *portion libre;* d'ailleurs ces deux parties ne sont séparées, comme je l'ai dit, que par un sillon plus ou moins bien marqué; il s'ensuit que les granules protoplasmiques peuvent passer d'une partie à l'autre, sans le moindre obstacle.

---

(1) Hertwig, ouvrage déjà cité.

Vacuole pusaltile. — Il existe une vacuole pulsatile chez l'*A. divisa;* la place qu'elle occupe n'est pas la même chez tous les individus; elle est généralement sphérique et elle prend le plus d'extension chez les exemplaires les plus volumineux et gonflés de nourriture. Les bords de la vacuole sont foncés et son contenu est clair et a une apparence hyaline. Elle apparaît d'abord comme une petite tache claire, augmente de volume excessivement lentement et, arrivée à une certaine grosseur, elle crève et disparaît. Pendant un temps qui est quelquefois fort considérable, on ne voit plus de trace de la vacuole; puis elle reparaît, comme je viens de le dire.

Ainsi que chez d'autres Acinétiniens que j'ai observés à Ostende, la période de diastole est très-longue. C'est ce qui avait été noté chez des *Protozoaires* marins par Stein et par Hertwig, comme je l'ai fait remarquer à la même occasion chez l'*O. belgicum*

Il est probable que la composition du protoplasme se différencie, en cet endroit où la vacuole se forme et qu'une véritable attraction s'exerce, en ce point, sur les résidus liquides. C'est, selon moi, une véritable cavité qui naît en même temps qu'elle se remplit de liquide.

Je me range donc de nouveau à l'avis de Stein, de Hertwig et de Maupas (1), quant à l'absence de membrane circonscrivant la vacuole pulsatile.

Le noyau. — Je ne connais le noyau de l'*A. divisa* que par l'action des réactifs. Les méthodes que j'ai employées, pour le faire apparaître, sont les suivantes :

---

(1) Maupas, *Sur l'organisation et le passage à l'état mobile de la P. fixa*, Archives de zoologie expérimentale et générale de Lacaze Duthiers, t. V, n° 3, p. 401.

Traitement par l'alcool fort et le picrocarminate d'ammoniaque.

Traitement par l'acide osmique et le picrocarminate d'ammoniaque.

Traitement par l'alcool fort et le bleu d'aniline.

Traitement par l'acide osmique seul.

Traitement par l'acide chromique (très-faible) et le picrocarminate d'ammoniaque. C'est par l'alcool absolu et le picrocarminate d'ammoniaque que j'ai obtenu les meilleurs résultats.

Le nucléus a une forme peu constante, qui dépend surtout de l'âge de l'*Acinète.* Chez l'adulte, il ressemble le plus souvent à un ruban pelotonné sur lui-même et envoyant quelques prolongements irréguliers (fig. 4 et 17); d'autres fois il a la forme d'un bâtonnet lobulé et plus ou moins contourné sur lui-même (fig. 9). Chez les jeunes individus, il est moins compliqué, mais encore variable quant à la forme; tantôt il a celle d'un ovoïde bosselé et pourvu de trois ou quatre petits ramuscules. Chez certains exemplaires, il est conoïde; à l'angle supérieur on distingue très-bien plusieurs petits prolongements rectilignes se colorant un peu plus faiblement que le reste du noyau par le picrocarmin (fig. 16); c'est là, probablement, la naissance de ces ramuscules qui deviennent, dans certaines circonstances, volumineux chez l'adulte.

Ayant fait agir l'alcool et le picrocarminate sur l'*Acinète* pourvue de cette trompe, dont j'ai parlé plus haut, il se fit une belle élection entre la substance de l'ectosarc et de l'endosarc; quant au noyau, il avait un aspect tout caractéristique : la partie qui se trouvait dans la *portion adhérente* du corps était divisée en deux protubérances; une seconde partie se prolongeait dans la trompe sous forme de bandelette mince; enfin le nucléus se terminait, dans le renflement, par un crochet (fig. 11). Les plus jeunes individus, que j'ai observés, possédaient un noyau complétement sphérique, situé au centre du corps protoplasmique.

Suçoirs préhenseurs. — Il me reste, pour terminer l'histoire de l'organisation de cette espèce, à voir les appendices du corps. Claparède et Lachmann ont reconnu les premiers la vraie constitution et la fonction réelle des organes tentaculiformes si caractéristiques des *Acinétiniens.* Mais, tandis que ces auteurs crurent pouvoir confondre, sous une même dénomination, tous les appendices des *Acinétiniens*, Hertwig, en faisant l'étude de sa *Podophrya gemmipara*, reconnut la présence, chez cet organisme, de deux sortes d'organes : les uns filiformes, très-longs et fort rétractiles, se terminant en pointe; ils servent exclusivement à saisir les aliments. Je leur conserverai le nom de filaments préhenseurs (*Fangfäden*) que leur a donné Hertwig. — Les autres plus courts, renflés en boule à leur extrémité, ressemblant à des épingles qui se trouveraient fixées sur le corps protoplasmique de l'*Acinétinien;* ceux-là sont de véritables organes de succion et je leur conserverai le nom de tubes en suçoirs, ou simplement suçoirs (*Saugröhren*). J'ai trouvé, chez ma *P. Benedeni*, les deux genres d'appendices que Hertwig a le premier distingués. Il est donc acquis qu'il y a lieu, chez certaines espèces, de faire une distinction entre organes de préhension et organes d'absorption ou suçoirs. Mais tous les *Acinétiniens* n'ont pas ces deux sortes d'appendices; chez la plupart d'entre eux, tous les organes tentaculiformes sont renflés à leur extrémité et leurs caractères sont intermédiaires entre ceux des organes préhenseurs d'un côté, des suçoirs de l'autre. Je démontrerai, dans le cours de ce travail, que filaments préhenseurs et suçoirs sont des différenciations secondaires d'une seule et même espèce d'organes, qui chez les *Acinétiniens* inférieurs remplissent à la fois les deux fonctions. La division du travail a amené ultérieurement la transformation de ces organes en filaments préhenseurs d'un côté et suçoirs de l'autre.

C'est pourquoi je donne ici aux appendices primordiaux le nom de *suçoirs préhenseurs*, voulant par là rappeler la dualité primitive de leurs fonctions.

Les suçoirs préhenseurs s'insèrent à la face supérieure et libre du corps; leur nombre est variable; j'en ai compté jusqu'à cinquante-cinq. Ils sont grêles, transparents et terminés à leur extrémité supérieure par un petit renflement en forme de boule ou d'entonnoir. A l'état de repos, et lorsqu'ils sont épanouis, ils sont rectilignes. Alors l'organisme présente tout à fait l'aspect d'une pelote, sur laquelle seraient fichées un certain nombre d'épingles (fig. 1). Les suçoirs préhenseurs peuvent se mouvoir dans différents sens, se recourber et prendre des formes ondulées. Ils peuvent s'allonger et se raccourcir. Contrairement à ce qui arrive chez l'*A. patula*, ils ont la faculté de disparaître de la surface du corps, de façon que l'on n'en voie plus de trace; c'est ce qui arrive quand l'organisme est soumis à une excitation violente, telle que la compression du couvre-objet, ou bien quand il est complétement distendu par l'absorption d'une grande quantité d'éléments nutritifs. Chez l'*A. patula*, au contraire, les extrémités renflées apparaissent encore au niveau de la cuticule, lorsque les suçoirs préhenseurs sont complétement contractés.

C'est du moins ce qui arrive la plupart du temps, d'après les observations de Claparède et Lachmann (1).

J'ai observé une *Acinète* qui possédait, indépendamment d'un grand nombre de suçoirs préhenseurs, d'autres appendices La face de la partie libre du corps, que j'avais sous les yeux, était garnie d'une rangée de cils vibratiles qui partait de la face supérieure, faisait un crochet à droite pour redescendre obliquement sur le pourtour latéral. Je n'ai pu m'assurer si cette rangée se prolongeait de l'autre côté de la face supérieure et sur le pourtour latéral opposé. Les cils étaient épais, longs et avaient un mouvement ondulatoire très-lent. Après plusieurs heures d'observation, je n'ai pas constaté de transformation notable dans la constitution de cet individu, si ce n'est des changements de forme du corps protoplasmique et de la loge (fig. 7, 8, 9).

La présence de cils vibratiles chez des *Acinétiniens* adultes n'est pas un fait nouveau. Les *Sphærophrya*, qui vivent en parasites chez les Infusoires, peuvent sortir de leurs hôtes, se revêtir de cils vibratiles et mener une vie errante, pour passer ensuite dans le corps d'autres Infusoires et reprendre leur constitution primitive.

Mais la présence de cils vibratiles n'a pas été seulement observée chez les *Sphærophrya*. Tout dernièrement Maupas a été témoin de phénomènes analogues chez la *Podophrya fixa* (2). Il a vu de ces organismes, après avoir rétracté leurs suçoirs, se revêtir de cils vibratiles, se mouvoir librement, grâce à ces cils pendant un certain temps, et repasser de nouveau à la vie sédentaire après avoir perdu leur revêtement ciliaire.

---

(1) *Études sur les Infusoires et les Rhizopodes*. 3^me^ partie, 2^me^ volume, p. 135, fig. 13, planche V.

(2) *Sur l'organisation et le passage de l'état mobile de la* P. fixa, ARCHIVES DE ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE, t. V, 1876.

Je suis très-disposé à admettre que la présence de cils vibratiles chez mon espèce a la même signification que chez le *P. fixa*.

J'ai vu le mode d'agir des suçoirs préhenseurs vis-à-vis d'une proie et j'ai pu suivre toutes les péripéties d'un véritable petit drame. Une *Microgonidie* de *Vorticelle* s'était approchée d'une *Acinète*, elle faisait autour de celle-ci toute espèce d'évolutions telles que le font ces petits organismes autour des *Macrogonidies*. A un moment donné, elle s'approche à portée des suçoirs préhenseurs; aussitôt cinq de ceux-ci les plus épanouis et les plus rapprochés de l'imprudente se replient sur elle comme des grappins; en même temps, trois ou quatre des appendices, moins étalés, s'allongent et s'appliquent sur la face inférieure du petit être. Bientôt celui-ci est entouré de tous côtés par les suçoirs préhenseurs entrelacés et il est réduit à l'immobilité. Alors commence le phénomène de succion. De jaune foncé qu'elle était, la *Microgonidie* devient blanche ; son volume diminue rapidement et à mesure qu'il décroît des suçoirs préhenseurs s'en détachent; au bout de quelques minutes, il ne reste plus du petit organisme qu'une cuticule rabougrie, contenant un amas de granulations. Le fait que je n'ai pas vu, pendant l'absorption, passer de granules, du corps de l'Infusoire dans celui de l'*Acinète*, et qu'au contraire une petite masse de ces granulations est restée accolée à l'extrémité du suçoir préhenseur, me porte à croire que chez cette espèce il n'y a que la partie liquide du protoplasme de l'organisme capturé qui est absorbée par voie d'endosmose.

REPRODUCTION ET DÉVELOPPEMENT.

Chez l'*A. divisa* il existe fréquemment des gemmes sur la face supérieure et sur le pourtour latéral de la portion libre du corps. Je ne me crois pas autorisé à employer le mot de bourgeon pour désigner ces organes. En effet, ils n'ont ni la valeur morphologique, ni la valeur physiologique des bourgeons externes, tels que les a décrits Hertwig chez la *Podophrya gemmipara* et tels que je les ai observés moi-même chez la *P. Benedeni*.

Je nommerai ces organes: *diverticules générateurs*, et j'expliquerai plus loin la raison qui me porte à leur donner ce nom.

Examinons, tout d'abord, un de ces organes complétement développé : il a la forme d'une corne d'abondance fixée par sa petite extrémité sur le corps de l'*Acinète* et il est circonscrit par une membrane, qui n'est que la cuticule amincie de celui-ci; l'orifice de la corne est délimité par un bourrelet à double contour qui est un épaississement de la membrane. Au niveau de cet orifice, le protoplasme est à nu; celui-ci est clair, finement granuleux et laisse souvent apercevoir à son intérieur une vacuole pulsatile, dont la position n'est pas la même chez tous les exemplaires et qui a tous les caractères des vacuoles pulsatiles en général (fig. 8^1). Chez les individus traités par l'alcool et le picrocarmin, le diverticule montre souvent un beau noyau ayant une forme plus ou moins quadrilatérale; ce noyau se colore faiblement en rose et possède un nucléole assez irrégulier, dont la coloration est toujours beaucoup plus foncée (fig. 6).

Voyons, maintenant, comment se forme et se développe le diverticule. Si l'on a un grand nombre d'*Acinètes* sous les yeux, on peut suivre, par comparaison, les différents stades de l'évolution de cet organe.

Au début, le diverticule apparaît sous forme d'un simple tubercule protoplasmique, qui peu à peu soulève la cuticule. Le protoplasme est ordinairement très-clair à ce point et finement granuleux. Je pense que l'ectosarc seul intervient dans la formation de cet épaississement (fig. 15). Je n'ai jamais vu, en effet, l'endosarc se prolonger à son intérieur.

Il se forme bientôt, à la base du tubercule, un étranglement qui progresse de l'extérieur vers l'intérieur; le plus souvent, le diverticule possède à cette phase la forme d'un ovoïde fixé par une des extrémités de son grand axe et dont l'autre se termine ordinairement par une petite tubérosité (fig. 7 et 8). A un stade plus avancé, l'organe dont les dimensions se sont accrues, affecte plus ou moins la forme d'un rhombe (fig. 9); puis augmentant toujours de volume, il prend, le plus souvent, une apparence pyriforme (fig. 1). Plus tard encore, l'axe de la poire s'incurve et l'on voit apparaître, à la face supérieure de l'organe, les premières traces d'un orifice circulaire. Au début on ne distingue qu'une simple tache claire mal délimitée; celle-ci grandit, s'accentue de plus en plus et l'on voit bientôt un bourrelet circulaire à double contour en circonscrire les limites (fig. 8^{I}, 7^{II}, 9^{III}). La cuticule est, probablement, résorbée par le protoplasme au point où la solution de continuité apparaît. Le diverticule possède alors la constitution que j'ai décrite plus haut et une forme que j'ai comparée à une corne d'abondance (fig. 6^{IV}). Il est à remarquer que la taille maxima des diverticules est proportionnelle au volume de l'*Acinète* sur laquelle ils se forment (fig. 6^{IV}et 9^{III}).

Jamais, à aucun stade du développement de ces organes, je n'ai vu de cils vibratiles naître sur les faces latérales, ou suivant un plan transversal. Jamais je n'ai observé de formes libres ou de jeunes individus fixés rappelant l'aspect et la constitution des diverticules. Il m'est arrivé, cependant, d'observer, pendant des heures entières, les mêmes organes, dans l'espoir de les voir parcourir les phases d'évolution décrites par Hertwig chez la *P. gemmipara* et que j'avais moi-même constatées par l'étude de la *P. Benedeni*. Jamais je n'ai vu le noyau de l'*Acinète* envoyer des prolongements à l'intérieur des diverticules. Jamais je n'ai vu même la moindre trace d'une continuité entre le noyau du bourgeon et celui de l'*Acinète;* bien au contraire, chez des diverticules ovoïdes, c'est-à-dire très-jeunes, j'ai toujours observé un noyau plus ou moins sphérique (fig. 19), complétement individualisé, se colorant en rose par le picrocarmin et possédant un nucléole, qui se colore en rouge foncé. J'ai donc tout lieu de croire que le nucléus naît dans les diverticules, sans l'intervention du noyau de l'*Acinète* et qu'il se forme par conséquent par voie endogène.

Quelle pourrait être la valeur morphologique de ces diverticules? Sont-ils les homologues des bourgeons des *Podophrya* et doit-on les considérer comme des embryons destinés à devenir libres, ou bien ont-ils une autre signification ? Un jour, que j'observais depuis plusieurs heures le même diverticule, espérant le voir se détacher, se couvrir de cils vibratiles et nager librement dans l'eau comme le font les bourgeons externes d'autres *Acinétiniens,* je vis tout à coup des mouvements se faire dans le protoplasme avoisinant l'ouverture circulaire du diverticule; bientôt, je distinguai, à l'entrée de l'orifice, un petit organisme (fig. 14^1). Comme son diamètre transversal était un peu plus grand que le diamètre de l'orifice, il faisait de grands efforts pour se libérer. Je pus le dessiner avec précision lorsqu'il fut sorti de moitié, et je m'aperçus qu'il possédait une couronne de cils vibratiles dont il se servait comme de leviers Il avait une forme ovoïde et rappelait tout à fait les embryons internes décrits par Stein chez l'*Acinète* du « *Cyclops quadricornis* » chez la *Podophrya* de la « *Vorticella microstoma* (1) » et les petits embryons internes dont parlent Claparède et Lachmann chez la *Podophrya quadripartita* (2). Lorsqu'il fut complétement dégagé, il se mit à parcourir la préparation avec une grande agilité et je le perdis bientôt de vue.

Il est clair que j'ai assisté là à une véritable parturition et que le petit organisme, que j'ai vu sortir de l'orifice du diverticule générateur, n'est autre chose qu'un embryon interne engendré dans l'organe. En effet, il est tout à fait certain que l'embryon venait bien de l'intérieur du diverticule. Il ne peut donc y avoir que deux opinions quant à la signification de cet organisme cilié. Ou bien il s'est agi d'un parasite qui s'est libéré sous mes yeux, ou bien d'un embryon que le diverticule a engendré.

Les caractères de cet organisme, aussi bien que ceux du diverticule, d'où je l'ai vu sortir, permettent de trancher catégoriquement la question. Tous les caractères des embryons internes des *Acinètes* observées par Stein et par Claparède se retrouvent chez cet individu, et la constitution des diverticules montre clairement que j'ai affaire ici à des organes qui n'ont rien de commun avec les embryons externes des *Podophrya.* Pour accepter l'idée du parasitisme, il faudrait admettre que mes diverticules soient des embryons en voie de développement par gemmation. Or toutes mes observations se dressent contre cette manière de voir. Il faudrait croire en outre à l'existence d'un orifice préformé, destiné à permettre la sortie du parasite; il faudrait expliquer l'absence de cils vibratiles sur ces bourgeons, en même temps que la persistance de ceux-ci à ne pas se détacher du parent; il faudrait enfin rendre compte de cette inaction des suçoirs préhenseurs, au moment de l'entrée et de la sortie du parasite, tandis qu'ils saisissent dans d'autres cas, avec tant de rapidité, des organismes bien plus volumineux, qui viennent à leur portée.

---

(1) *Die Infusionsthiere*, Leipzig 1854, p. 48, fig 38, 39, 40, 41 de la pl III; p. 25, fig. 38, 39 de la pl. IV.

(2) *Études sur les Infusoires et les Rhizopodes*, 3e part., 2e vol., 1860 à 1861 p. 116, fig. 11 et 12 de la pl. III.

Je ne vois donc aucun fait à invoquer en faveur de cette interprétation, tandis que tout prouve que j'ai eu affaire à une véritable génération.

S'il en est ainsi, il me paraît très-probable que le noyau et la vacuole contractile que j'ai observés dans les diverticules appartenaient à l'embryon en voie de formation et dont les limites échappent facilement, jusqu'au moment de son complet développement. Et comme je n'ai jamais pu distinguer aucun lien entre le noyau de ces embryons et celui de l'*Acinète* parente, il faut donc bien admettre que l'embryon se forme tout entier par voie endogène dans un organe spécial, auquel j'ai donné le nom de *diverticule générateur.*

J'ai trouvé un noyau bien distinct et pourvu d'un nucléole dans le diverticule d'où j'avais vu sortir l'embryon. Ce fait démontre que le protoplasme du diverticule peut donner naissance successivement à plusieurs embryons et qu'il peut exister, à côté d'un germe sur le point de venir au monde, un autre embryon en voie de développement.

J'avais cru d'abord pouvoir faire un rapprochement entre ces diverticules de l'*A. divisa* et des embryons enkystés à la surface de l'*A. mystacina* que Stein a décrits; mais après avoir étudié avec soin la description que ce savant a donnée de la reproduction chez son *A. mystacina* (1), j'ai dû renoncer à cette idée. En effet, les kystes de Stein sont formés par le soulèvement de la couche gélatineuse, qui recouvre cette *Acinète*, et les *diverticules ne donnent pas naissance aux embryons;* ceux-ci naissent à l'intérieur du corps de l'*Acinète;* ils soulèvent secondairement la couche gélatineuse du parent et y croissent peu à peu; de sorte que physiologiquement les diverticules de Stein sont plutôt des *poches incubatrices* que des *organes générateurs;* et au point de vue anatomique, il n'y a pas d'analogie entre les deux catégories d'organes, si ce n'est une simple ressemblance de forme. Chez l'*A. divisa* il s'agit de *dépendances du corps protoplasmique* qui prennent une configuration déterminée et sont pourvues d'un orifice préformé; chez l'*A. mystacina* les diverticules sont engendrés par un produit de sécrétion.

Par le mode de reproduction que je viens de décrire aussi bien que par l'existence de *diverticules générateurs,* l'*A. divisa* vient encore compliquer davantage l'histoire de la génération chez les *Acinétiniens.* On connaissait, en effet, la reproduction par simple division, la multiplication par bourgeons externes, la génération dans l'endosarc d'embryons internes (Claparède et Lachmann, Stein et Hertwig); ce dernier mode de formation est, il est vrai, encore peu connu; mais voici un mode de reproduction qui n'avait pas encore été soupçonné jusqu'à présent chez les *Acinétiniens* : il consiste dans la *formation par voie endogène d'embryons internes, dans des diverticules générateurs qui très-probablement dépendent exclusivement de l'ectosarc.*

---

(1) *Die Infusionsthiere.* Leipzig 1854, p. 55, pl. I, fig. 19 à 21.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Sauf notation contraire, toutes les figures ont été dessinées à l'oculaire deux et à l'objectif dix à immersion de Hartnack, c'est-à-dire à un grossissement de six cents diamètres.

Planche I.

Ophryodendron belgicum.

Fig. 1. *Ophryodendron belgicum* (grossi 70 fois), fixé sur la loge d'un *hydrante* de *Clitia volubilis.*

— 2, 3, 4, 5, 6. *Ophryodendron belgicum.* — Individu grossi 400 fois.

— 7. Individu rendu opaque par la présence de *corpuscules naviculaires.* — Individu grossi 400 fois.

— 8. *Proboscidien* adulte fixé sur une tige de *Clitia volubilis.* — Individu grossi 400 fois.

— 9. Jeune *Lagéniforme.* — Individu grossi 400 fois.

— 10. *Lagéniforme* dont l'extrémité antérieure se différencie en trompe pour passer à la forme *Proboscidien.* — Individu grossi 400 fois.

— 11. *Proboscidien* adulte — c = *cuticule* — e = *ectosarc* — en = *endosarc* — t = *trompe* — s = *suçoirs préhenseurs* — v = *vacuole.*

— 12. *Proboscidien* traité par le picrocarminate d'ammoniaque ayant la *trompe* un peu contractée et les *suçoirs préhenseurs* épanouis.

Fig. 13. Grand exemplaire de *Proboscidien* dont les *suçoirs préhenseurs* sont rétractés à l'intérieur de la *trompe*. — Individu vu à la coupe optique.

— 14. *Proboscidien* ayant la *trompe* complètement rétractée à l'intérieur du corps. — Individu vu à la coupe optique.

— 15. *Proboscidien* dont la *trompe* et les *suçoirs préhenseurs* sont complètement épanouis. *Noyau* en forme d'Y. — Individu vu à la coupe optique.

— 16. *Proboscidien* dont la *trompe* est contractée possédant un *noyau* lobulé.

— 17. Jeune *Proboscidien* dont le protoplasme contient des *corpuscules naviculaires*.

— 18. Jeune *Proboscidien* dont la *trompe* est contractée et dont le *corps protoplasmique* tient en suspension un grand nombre de *corpuscules naviculaires*. — Individu vu à la coupe optique.

— 19. Jeune *Proboscidien* vu à la coupe optique.

— 20. Jeune *Proboscidien* dont les *suçoirs préhenseurs* se sont retirés dans la *trompe*.

— 21. *Proboscidien* comprimé et vu par sa face inférieure. On aperçoit dans la *trompe*, par transparence, les *suçoirs préhenseurs* contractés.

— 22. *Proboscidien* possédant un *bourgeon* volumineux.

— 23. » vu de face ayant deux *bourgeons* volumineux, dans lesquels le *noyau* maternel envoit deux prolongements.

— 24. *Proboscidien* contracté dont le noyau envoit un prolongement à l'intérieur d'un bourgeon. — Individu vu à la coupe optique.

Fig. 25. *Proboscidien* possédant un bourgeon de forme anormale dans lequel il envoit un prolongement nucléaire, et un second bourgeon chez lequel le noyau dérivé est complètement individualisé.

— 26. *Proboscidien* possédant un bourgeon individualisé.

— 27, 28, 29. Développement d'un jeune individu fixé sur la tige de la *Clitia volubilis*.

— 30. Individu *Lagéniforme* possédant un pédicule (p.) par lequel il est fixé à la loge du polype.

— 31. *Lagéniforme* ayant perdu son pédicule et dont la forme du corps se rapproche de celle d'un *Proboscidien*.

— 32. *Proboscidien* d'un *O. abietinum* trouvé sur la *Sertularia abietina* par J. Van Beneden et dessiné par lui.

— 33. *Lagéniforme* de l'*O. abietinum* (même observation que pour la figure précédente).

PLANCHE II.

Acineta divisa.

Fig. 1. *Acineta divisa*, adulte, dont les suçoirs préhenseurs sont complètement épanouis — b = *diverticule générateur pyriforme* — c. p. = *corps protoplasmique* — l = *loge* — m. c. = *membrane cuticulaire* — s. p. = *suçoirs préhenseurs* — p = *pédicule.*

— 2. Individu ayant absorbé une grande quantité de nourriture et ayant rétracté ses suçoirs préhenseurs, — vu à la coupe optique.

— 3. Loge de l'*A. divisa* — pl = *plancher cuticulaire sur lequel repose le corps protoplasmique* — b. l. = *bords libres* — m = *membrane du pédicule* — s. c. = *substance centrale.*

— 4. Individu ayant ses suçoirs préhenseurs à demi contractés. — Il est traité par le picrocarminate d'ammoniaque — p. a. = *portion adhérente du corps* — p. l. = *portion libre.*

— 5. Individu dont le sillon qui sépare la portion adhérente de la portion libre est oblique.

— 6. Individu en train de manger une *Microgonidie* qu'il a saisie. — I = *Microgonidie* libre — II = la même capturée — III = restes de la *Microgonidie* — d = *diverticule en forme de corne d'abondance* — o = *orifice du diverticule générateur.*

Fig. 7. Individu adulte possédant une couronne de cils vibratiles — c. v. = *cils vibratiles* — d — *diverticules générateurs.*

— 8 Même individu vu à la coupe optique — c = *cuticule* — e = *ectosarc* — en = *endosarc.*

— 9. Même individu vu à la coupe optique et traité par le picrocarmin — n = *noyau.*

— 8, 7, 9. — I, II, III = développement de l'orifice chez les diverticules générateurs. — IV, V, VI = développement d'un jeune diverticule générateur.

— 10. Exemplaire dont la portion libre s'est étirée en trompe.

— 11. Même individu traité par le picrocarminate d'ammoniaque — c = *cuticule* e = *ectosarc* — en = *endosarc.* — Vu à la coupe optique.

— 12. Individu dont le plancher cuticulaire est devenu concave du côté de la cavité de la loge — v = *vacuole pulsatile.*

— 13. Individu possédant un diverticule générateur ovoïde.

Fig. 14. Parturition d'un embryon par l'orifice du diverticule générateur. — I = embryon se libérant — II = embryon libre.

— 15. Individu possédant cinq diverticules générateurs à différents états de développement. — I = soulèvement de la cuticule par une simple tubérosité protoplasmique — II = phase plus avancée — III = diverticule pyriforme — IV = diverticule ayant la forme d'une corne d'abondance.

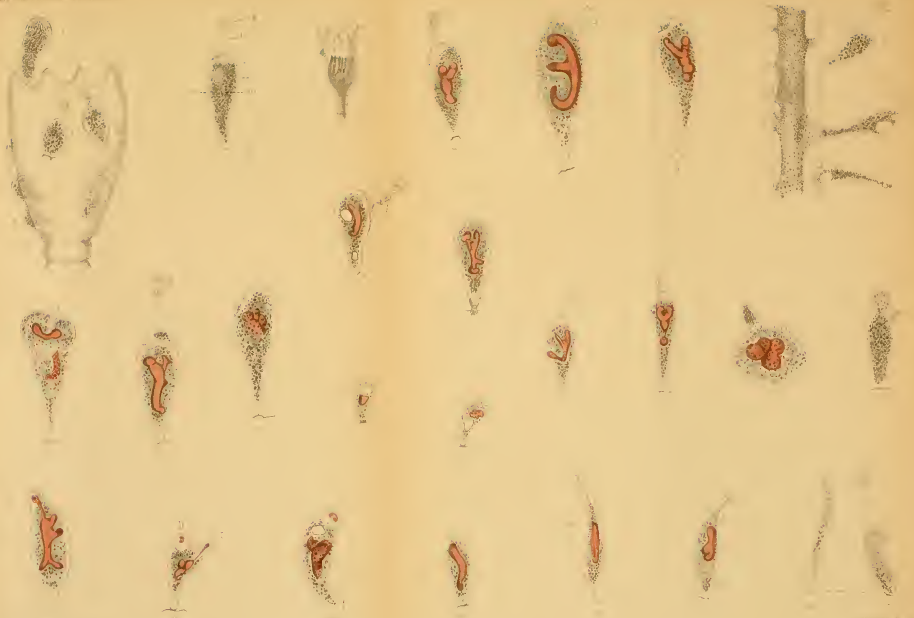
— 16. Jeune exemplaire possédant un noyau conoïde.— A l'angle supérieur on aperçoit trois petits prolongements nucléaires — e. l. = *espace libre entre le plancher cuticulaire et le corps protoplasmique.* — Individu vu à la coupe optique.

— 17. Jeune individu vu à la coupe optique, ayant un noyau pelotonné.

— 18. Jeune spécimen dont les suçoirs préhenseurs sont rentrés à l'intérieur du corps.

— 19 et 20. Très-jeune sujet possédant déjà un diverticule générateur

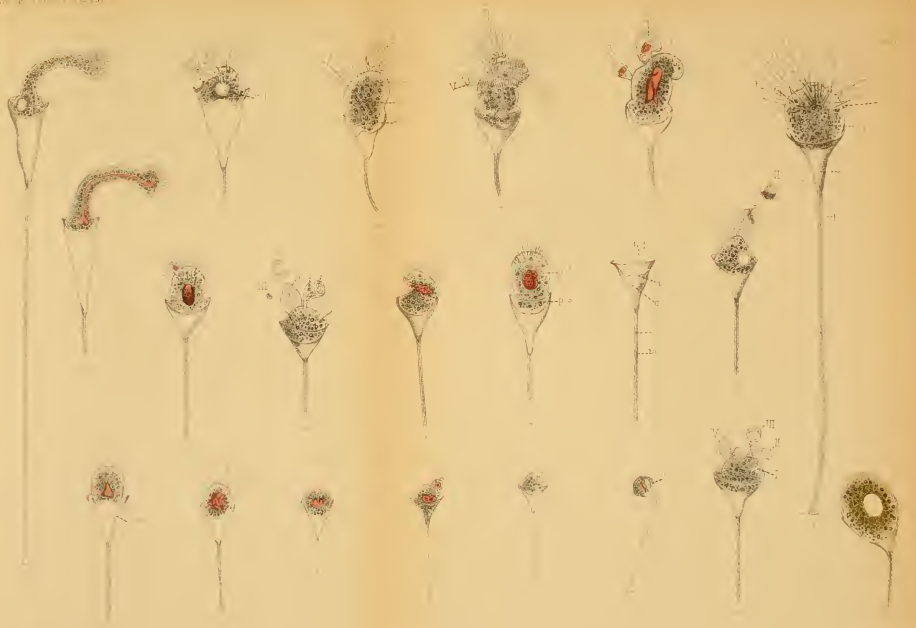
— 21. Le plus jeune individu que j'aie vu fixé sur la tige de la *Campanularia dichotoma* — v = *vacuole pulsatile.*



[illegible]

Lith. G Severeyns

Ophryodendron Belgicum Fraip


V.V
II
p c
t
c
m
III
II
V
I

Acineta divisa Fraip.

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 3 décembre 1877.

M. Alph. Wauters, directeur.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Ém. de Laveleye, vice-directeur, J. Roulez, Gachard, P. De Decker, J.-J. Haus, M.-N.-J. Leclercq, Ch. Faider, R. Chalon, Th. Juste, F. Nève, J. Nypels, Alp. Le Roy, Ém. de Borchgrave, A. Wagener, P. Willems, *membres ;* Aug. Scheler, Alph. Rivier, Arntz, *associés* ; Edm. Poullet, G. Rolin-Jaequemyns, Ch. Piot, Ch. Potvin et E. Van Bemmel, *correspondants.*

M. L. Alvin, président de l'Académie assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

Madame Adolphe Thiers écrit de Paris, à la date du 22 novembre dernier, pour remercier l'Académie des sentiments de condoléance qui lui ont été exprimés, de la part de la classe des lettres, au sujet de la mort de son mari.

— M. le secrétaire perpétuel donne lecture d'une lettre du 7 novembre dernier, écrite par M. le baron Paul Guillaume et annonçant la mort de M. le baron G. Guillaume, membre de la classe.

Aux funérailles, M. Wauters a prononcé, en sa qualité de directeur de la classe, un discours qui figure ci-après. Il accepte en outre la mission d'écrire pour l'Annuaire la notice biographique du défunt. Une lettre de condoléance sera écrite à M^me^ la baronne Guillaume.

— MM. les questeurs du Sénat et de la Chambre des Représentants adressent des cartes de tribune réservée pour la session législative 1877-1878. — Remercîments.

— M. le Ministre de l'Intérieur envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, un exemplaire de l'ouvrage publié par M. Louis De Backer, sous le titre de : *L'Extrême-Orient au moyen âge, d'après les manuscrits d'un flamand de Belgique, etc.* In-8°. — Remercîments.

— La classe reçoit, à titre d'hommage, les ouvrages suivants au sujet desquels elle vote des remercîments aux auteurs :

1° *Œuvres de Froissart :* chroniques, tome XXIII, 2^de^ partie, vol. in-8°, offert par M. le baron Kervyn de Lettenhove, lequel a remis, au nom de M. Caffiaux, de Valenciennes, un exemplaire de son *Mémoire sur la charte de la frairie de la Halle basse de Valenciennes* (XI^e^ et XII^e^ siècles); broch. in-8°;

2° *Gazette archéologique*, publiée par MM. J. de Witte et François Lenormant, 3^e^ annee, n° 5, octobre 1877 ; cah. in-4°, présenté par M. Roulez;

3° *De la langue et de la poésie provençales*, in-12 ; — *Voyage à travers champs* (en collaboration avec M. Gravrand), in-12 ; — *L'Harmonie des passions humaines*, notice sur le *fronton du théâtre de la Monnaie*, in-12 oblong; *notice sur le baron de Stassart* (couronnée par l'Académie), in-4°; *Marc Bruno, etc.*, in-18; *œuvres poétiques de Boileau* (en collaboration avec M. Gravrand), in-8°; *histoire de Saint-Josse-ten-Noode et de Schaerbeek,* in-12; *Patria belgica,* 3 vol. in-8°; *Dom Placide,* in-12; *Guide de l'excursionniste,* 6e édition, in-18; *Introduction à l'histoire de la littérature française,* in-12; deux discours de rentrée à l'université de Bruxelles; deux rapports sur le prix quinquennal de littérature française, par M. Eugène Van Bemmel;

4° *Les successions à cause de mort en Suisse,* par M. Alphonse Rivier; brochure in-8°;

5° *Étude philologique de la langue française,* 1re partie, par M. J. Bastin, de Saint-Pétersbourg, vol. in-8°, présenté par M. Liagre;

6° *Des paratonnerres à pointes, à conducteurs et à raccordements terrestres multiples,* par M. Melsens, gr.-in-8°. M. Liagre, en déposant cet ouvrage sur le bureau, ajoute que M. Melsens se fera un plaisir d'en remettre des exemplaires aux membres de la classe qui lui en exprimeront le désir.

Les notes lues par MM. le baron Kervyn et Roulez en présentant les brochures de M. Caffiaux, et de MM. De Witte et Lenormant, se trouvent sous la rubrique *Communications et lectures.*

— La Société philosophique de Cambridge a adressé ses dernières publications.

ÉLECTIONS.

Sur la demande de la commission administrative, il est procédé au remplacement de M. le baron Guillaume comme délégué de la classe auprès de la dite commission, pour finir le mandat qui expirera à la prochaine assemblée générale de mai 1878. M. Ch. Faider est élu.

— La classe continue à MM. Chalon, Conscience, De Decker, Faider et Gachard, membres sortants, le mandat de membres de la commission spéciale des finances pour l'année 1878.

— Les suffrages désignent ensuite M. J. Heremans comme membre de la commission de la Biographie nationale, en remplacement de M. le baron Guillaume.

RAPPORTS.

MM. Gachard, Th. Juste et Wauters donnent lecture de leurs rapports sur un travail de M. Paillard, intitulé : *Pierre Brully. Son arrestation à Tournai, son procès, son supplice ; poursuite dirigée contre ses complices et adhérents à Tournai, Valenciennes, Douai, Lille et Arras. Invocation et défense des privilèges des dites villes.*

Ce travail sera renvoyé à l'auteur, qui recevra en même temps communication des objections soulevées par les rapporteurs.

— MM. Rivier, Faider et Leclercq donnent lecture de leurs rapports sur un travail de M. P. De Croos, avocat à

Béthune, intitulé : *Ancien droit belgique.* XVII^e^ *siècle. De la procédure civile d'après les styles des cours échevinales. Étude juridique.*

Des remercîments sont votés à l'auteur dont le travail sera conservé dans les archives de l'Académie.

Fouilles sur l'emplacement d'une villa de l'époque romaine, à Laeken. — Fouilles à Assche, par M. Crick, communication de M. L. Galesloot.

Rapport de M. Wagener.

« Déjà en 1851, M. Galesloot a rendu compte à la classe de quelques fouilles effectuées sur l'emplacement d'une villa romaine, découvert par lui à Laeken.

Il nous fait connaître aujourd'hui le résultat de nouvelles fouilles faites au même endroit en septembre dernier. L'emplacement en question se trouve au milieu de terrains destinés à être transformés en parc public. De nombreux terrassiers y travaillaient à l'époque indiquée et M. Galesloot a profité de cette circonstance pour continuer ses recherches.

Les efforts de l'archéologue bruxellois n'ont malheureusement, il en convient lui-même, abouti qu'à des résultats insignifiants. Ce qu'il a découvert se borne en définitive à une partie de pavement en ciment poli et à une certaine quantité de fragments en stuc peint. Les couleurs qu'on y remarque sont le rouge, le jaune, le blanc et le vert. Les ornements appliqués sur le fond se composent généralement de lignes droites, mais dans leur nombre se trouvent aussi quelques feuilles dénotant une main exercée.

Nous ne croyons pas devoir entrer à cet égard dans d'autres détails et nous ne suivrons pas l'auteur dans ses digressions sur la préparation du stuc et des couleurs chez les anciens, d'autant plus qu'on n'y trouve rien de neuf.

A propos des nombreuses écailles d'huîtres que les fouilles de Laeken ont amenées à la surface du sol, M. Galesloot se demande comment on pouvait transporter ce mollusque d'une manière assez rapide pour qu'il parvînt, sans être avarié, des bords de l'Océan aux extrémités du pays, alors que les voies de communication étaient dans un état tout à fait primitif. Nous répondrons à cela que si l'on mangeait à Rome les huîtres de Brindes, plus tard même les huîtres anglaises et celles qui étaient engraissées dans les parcs de Bordeaux (1), il faut bien admettre que les anciens possédaient le talent de les garder fraîches pendant un temps assez long. D'ailleurs dans les premiers siècles de l'empire les voies de communication ne devaient pas être aussi primitives que le dit M. Galesloot et en général je me figure, d'après les découvertes de ces derniers temps, la civilisation belgo-romaine bien plus avancée qu'on ne la croyait il y a un demi-siècle.

On le voit, le résultat des nouvelles fouilles faites à Laeken est à peu près négatif. Aussi M. Galesloot a-t-il cru utile, pour étoffer un peu sa communication, d'y ajouter quelques renseignements sur deux endroits situés dans la même commune et qui au XVI^e^ siècle portaient l'un et l'autre le nom de *Tomberg*. M. Galesloot dit que ce nom indique *évidemment* une tombe *romaine*. Je veux bien admettre, en me basant sur quelques analogies, que

---

(1) V. Marquardt, *Roemische Privatalterthümer*, t. II, p. 53.

Tomberg veut dire *montagne des tombeaux*, mais rien ne nous oblige à présumer en cet endroit des tombeaux romains. En effet, les explorations faites à l'un de ces Tombergs n'ont pas fait découvrir le moindre vestige de tombe.

M. Galesloot nous apprend encore que plusieurs actes échevinaux de Laeken, datant de la fin du XV^e^ siècle, renseignent près de l'église le *Guldenenbodem*, c'est-à-dire le champ ou le fond d'or. Il n'est pas impossible, ajoute-t-il, que cette dénomination provienne d'une importante découverte de monnaies. Sans doute la chose est possible, mais de telles possibilités ne conduisent à rien.

L'archéologue bruxellois termine sa notice en signalant un fait qui, d'après lui, mérite quelque attention. « Un jour, dit-il, en visitant les substructions déblayées d'une très-importante villa à Gerpinnes (arrondissement de Charleroi), je trouvai, imprégnés de terre, deux fragments disjoints d'une peinture sur bois, offrant une sorte d'arabesque en blanc sur fond noir. Elle a bien le caractère de l'ancienneté et ce n'est certainement pas de la peinture à l'huile. » Provenait-elle de la villa? M. Galesloot n'ose pas se prononcer, mais il croit que s'il en était ainsi, sa trouvaille trancherait en quelque sorte matériellement la question débattue jadis avec tant d'éclat entre Raoul-Rochette et Letronne. Nous ne pouvons laisser passer, sans la contester formellement, une pareille affirmation, car malgré les exagérations regrettables auxquelles s'est laissé entraîner un philologue de la valeur de Letronne, il n'est jamais allé jusqu'à soutenir la thèse vraiment absurde que les anciens n'auraient pas connu la peinture sur bois. Il est vrai que M. Galesloot reconnaît lui-même que telle n'est pas précisément la question discutée avec tant de passion par les deux académiciens français. Mais dès lors que prouve sa trouvaille, même en la faisant remonter jusqu'à l'époque romaine?

Au travail que je viens d'analyser se trouve joint un rapport sur les fouilles faites à Assche par M. Prosper Crick. Déjà à diverses reprises M. Galesloot avait fait part à l'Académie des recherches entreprises depuis plusieurs années à Assche par ce jeune archéologue. Commencées en septembre 1871, ces fouilles sont régulièrement continuées après la levée des récoltes. Elles avaient fourni jusqu'en 1875, indépendamment de nombreuses médailles, beaucoup de fragments de poterie, dont plusieurs portaient des sigles figulins inédits, quelques fragments de verre, des figurines de chevaux et de génisses en terre de pipe, plusieurs lampes, deux figurines en bronze, représentant l'une un soldat romain, l'autre un Mercure, des styles, des fibules et des bracelets, également en bronze, des aiguilles en os, etc. Indépendamment de ces objets, il y en a deux sur lesquels, dans ses précédentes communications, M. Galesloot avait spécialement appelé l'attention de l'Académie : une statuette en argent, d'un travail exquis, et un objet en cuivre, fortement argenté, que M. Galesloot décrit de la manière suivante : « Il se compose d'une tige ronde, de 70 centimètres de longueur, et qui s'amincit graduellement de bas en haut. Elle s'adaptait à un manche ou plutôt à une lance. Des fragments de bois sont restés dans la douille, qui a la grosseur d'un pouce. Trois disques convexes, diminuant également de grandeur, huit, sept et six centimètres, placés de distance en distance, ornent cette sorte d'insigne, dont le sommet se termine par un anneau de cinq centimètres de diamètre. La partie supérieure en est disjointe et portait, selon toute apparence, un autre ornement, peut-être un médaillon. Tel est, aussi exactement décrit que possible, cet objet énigmatique. » Je crois qu'il ne peut y avoir aucun doute sur la nature de cet objet, qui doit être une espèce d'étendard militaire. Il suffit pour s'en convaincre de jeter les yeux sur les *signa* figurés dans l'ouvrage de Marquardt sur les antiquités militaires de Rome (pl. II, fig. 9 et 10).

Les fouilles de 1877 ont été moins fécondes que les explorations précédentes de M. Crick. Elles ont fourni, indépendamment de quelques médailles et de quelques petits objets en bronze, une enclume, deux fragments de haches en silex, et un éclat d'un vase en verre, portant en relief les lettres IN.... M. Crick croit en outre avoir trouvé un tronçon d'une des rues intérieures de l'ancienne bourgade située, non loin d'Assche, sur les champs appelés *Kalckhoven*.

Je crois qu'il est du devoir de l'Académie d'encourager des recherches dans le genre de celles auxquelles se livrent avec tant de persévérance MM. Galesloot et Crick. J'ai donc l'honneur de proposer à la classe d'ordonner l'insertion dans son Bulletin de la notice de M. Galesloot, mais je crois devoir ajouter qu'il serait désirable qu'à l'avenir l'auteur se bornât à communiquer à l'Académie les *faits* nouvellement découverts, sans les entourer, comme il l'a fait cette fois, de considérations un peu banales, qui ne font en rien progresser la science. »

Rapport de M. Piot.

« Je me rallie au rapport de M. Wagener sur les deux notices de M. Galesloot concernant les fouilles effectuées à Laeken près des restes d'une villa romaine, et à Assche.

Si les fouilles de Laeken ont produit un résultat négatif, elles ont du moins fait connaître des spécimens très-rares de la polychromie usitée en Belgique pendant la domination des Romains. Ces spécimens offrent une singulière analogie avec les débris des peintures murales recueillis dans la villa romaine de Fouron-le-Comte. Au surplus la villa de Laeken paraît avoir une certaine ressemblance avec celle de Fouron en ce qui concerne les matériaux et la construction, s'il est permis d'en juger par les pierres de sable d'une forme irrégulière trouvées sur place.

Je pense, comme M. Wagener, que ces notices peuvent être imprimées dans les Bulletins de l'Académie. »

La classe a adopté les conclusions de MM. Wagener et Piot, auxquelles s'est rallié M. Wauters, troisième commissaire.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

M. Roulez, en offrant la livraison de la *Gazette archéologique de Paris* mentionnée page 816, fait remarquer qu'elle contient, entre autres, une dissertation de M. Anatole de Barthélemy sur les vases sigillés et épigraphiques de fabrique Gallo-Romaine. Après avoir commenté plusieurs de ces vases portant des noms de villes ou de peuples, l'auteur poursuit ainsi : « A propos d'ethniques inscrits sur les vases, on ne peut passer sous silence la petite urne du Musée du Louvre qui porte GENIO TVRNACESIV : elle provient de l'ancienne collection Durand. Cette urne en terre cuite très-fine est revêtue d'une belle couleur rouge : la panse est décorée d'une guirlande de lierre en relief; la légende est tracée en creux, à la pointe, sur le col. La forme du vase de Tournai, la manière dont est gravée la légende n'ont aucun rapport avec les coupes dont nous nous occupons; nous ne le citons ici que parce qu'il porte un ethnique. » M. de Barthélemy ajoute en note : « Je ne pense pas que l'authenticité de ce vase puisse être soupçonnée, malgré les arguments mis en avant. »

En 1852, M. Adrien de Longpérier adressa à notre classe un dessin avec une notice explicative de ce monument, consacré au Génie tutélaire des Tournaisiens. Conformément aux conclusions de mon rapport, l'insertion en fut ordonnée dans le tome XIX, 2^me^ partie des *Bulletins* L'inscription m'avait d'abord paru un peu suspecte, mais lorsque j'eus appris qu'elle avait été examinée avec soin non-seulement par le savant conservateur des antiques du Louvre et par M. le baron de Witte, mais encore par deux des plus habiles archéologues d'alors, le duc de Luynes et Charles Lenormant, je m'inclinai devant l'avis de juges aussi compétents. D'autres antiquaires belges n'ont pas suivi mon exemple. L'un d'eux, dans un article qu'a publié le Bulletin des Commissions d'art et d'archéologie de l'année 1871 (pp. 70 et suiv.), a cherché à établir la fausseté de l'inscription et, sur son autorité, elle vient encore d'être déclarée décidément suspecte, dans un article du même Bulletin de la présente année.

M. de Longpérier avait fixé au commencement du premier siècle de notre ère, l'époque de la confection de l'urne du Louvre. Dans mon rapport j'opposai à son opinion, sans toutefois le produire comme une objection absolue, le fait que le culte des Génies locaux ne paraît s'être répandu dans l'empire romain qu'à partir de la fin du second siècle.

J'invoquai le témoignage de Lersch, qui dans son recueil des inscriptions du Rhin (*Centralmuseum Rheinländischer Inschriften I, 4*) affirme que, des inscriptions relatives aux génies locaux, ayant une date certaine, la plus ancienne est de l'an 182 et la plus récente de l'an 255 après J.-C. Il est évident que j'avais en vue non pas l'Italie, mais les localités de l'empire éloignées de Rome comme l'est Tournai. Mon objection contre l'opinion du célèbre archéologue français était favorable à la thèse soutenue dans le Bulletin d'archéologie, mais l'auteur n'hésita pas à sacrifier cet argument à l'occasion qu'il crut trouver de me donner une leçon. Il cita à cette fin, d'après des inscriptions antérieures au deuxième siècle six Génies locaux, à savoir le Génie de *Cliviae* (*sic*), le Génie de *Stabiae*, le Génie d'*Herculanum*, le Génie de *Puteoli*, le Génie de *Interamnae*, le Génie de Carthagène. On remarquera que quatre de ces villes sont situées en Italie et l'une en Espagne. Le savant antiquaire n'a pas fait attention à une circonstance importante : ces villes furent des colonies romaines, organisées par conséquent à l'image de la métropole. Rome ayant son génie, elles eurent le leur. L'existence de ces Génies locaux n'a donc aucune valeur dans la question actuelle. Reste le *Genius Cliviae* dans les provinces Rhénanes. C'est improprement que ce nom lui est donné, car l'inscription qui le mentionne a prétendûment été déterrée non pas à Clèves, mais à Qualburg, village voisin. Bimard de la Bastie, qui ne l'a connue que par Gruter, conjecture qu'elle est du temps d'Auguste ou de la république; Henzen, de l'assentiment de Borghesi, la déclare avec raison fausse ou au moins interpolée (*Orelli, Insc. Lat.*, III, p. 28).

M. le baron Kervyn de Lettenhove, en faisant hommage au nom de M. Caffiaux, de son *Mémoire sur la charte de la Halle Basse de Valenciennes*, insiste sur l'importance de ce document qui, grâce à l'érudition de M. Caffiaux, se trouve aujourd'hui décrit et analysé dans sa forme si intéressante et dans ses diverses dispositions. M. Caffiaux le fait remonter au XI^e ou au XII^e siècle, et à ce point de vue il convient de le comparer aux chartes de ce genre qui à Aire et à Saint-Omer posèrent les règles les plus anciennes de l'association. Soit que l'on considère ce document sous le rapport du droit communal, soit que l'on y découvre le point de départ des célèbres hanses du moyen âge, le mérite au plus haut degré une étude approfondie, et l'on doit remercier M. Caffiaux, déjà connu par tant de recherches utiles consacrées à la ville de Valenciennes, d'avoir remis en lumière ce précieux trésor des premiers temps de son histoire.

Discours prononcé aux funérailles de M. le baron G. Guillaume, le 9 novembre 1877, par M. Alphonse Wauters, directeur de la classe.

« Messieurs, la classe des lettres de l'Académie, déja si éprouvée cette année, vient encore de faire une perte regrettable par la mort inopinée de M. le lieutenant général baron Guillaume. D'autres voix plus autorisées vous diront les phases successives de cette vie si remplie, les postes éminents auxquels la confiance royale appela notre collègue, les grades, les distinctions qu'il conquit par ses longs services. Une tâche déjà suffisamment délicate m'est réservée, celle de vous entretenir dignement, devant le cercueil où reposent les restes mortels du général Guillaume, des travaux littéraires auxquels il consacra ses loisirs et ses veilles.

» Le grand mouvement qui s'est manifesté il y a quarante ans, dans le but de reconstituer notre passé sur ses bases véritables, ne pouvait négliger notre histoire militaire, que l'on savait confusément avoir été brillante. Des publications, entreprises à l'aide de documents incomplets ou erronés, n'avaient paru que pour tomber dans un oubli mérité lorsque Guillaume, alors simple capitaine au régiment d'élite, aujourd'hui des grenadiers, se jeta dans une carrière où il devait remporter tant de succès. Son *Histoire de l'organisation militaire sous les ducs de Bourgogne*, qu'il écrivit en réponse à une question posée par l'Académie, et qui fut couronnée en 1846 (1), constitua un heureux début, et un juge compétent, le baron de Stassart, l'un des commissaires chargés de juger ce travail, donna de grands éloges à la méthode et au style de l'auteur.

» Cette première œuvre comprenait une étude sur toute la période qui s'étend depuis l'origine de l'époque féodale jusqu'au règne de Philippe le Beau. Elle embrassait peut-être un cadre trop vaste pour que chacune de ces parties pùt être traitée avec tout le soin nécessaire : le capitaine Guillaume semble avoir eu cette pensée et, plus tard, il resserra ses écrits dans des limites plus étroites, afin de leur donner un plus grand fini. Depuis lors, passant de grade en grade jusqu'à celui de lieutenant général, devenu correspondant de l'Académie le 9 mai 1860 et membre effectif le 6 mai 1867, il a successivement fait paraître :

---

(1) Elle est insérée au t. XXII des *Mémoires couronnés*.

l'*Histoire des régiments nationaux pendant la guerre de sept ans* (de 1756 à 1763. Bruxelles, 1854, in-8°), l'*Histoire des régiments nationaux pendant les guerres de la révolution française* (1792 à 1801. Bruxelles, 1855, in-8°), l'*Histoire des gardes wallonnes au service d'Espagne* (Bruxelles, 1858, in-8°), la *Notice sur quatre régiments wallons au service de Naples* (Bulletins de l'Académie royale de Belgique, 2e série, t. XXVIII, 1869), l'*Histoire des bandes d'ordonnance des Pays-Bas* (Nouveaux Mémoires de l'Académie, t. XL, 1873) et l'*Histoire de l'infanterie wallonne sous la maison d'Espagne* (Mêmes Mémoires. t. XLII, 1876).

» Chacune de ces œuvres comble, de la manière la plus satisfaisante, une des lacunes dont on déplorait l'existence. Notre collègue y déploie les qualités que l'on aime à rencontrer chez un narrateur: l'exactitude, la précision, l'impartialité. Partout on sent vibrer le cœur du patriote, l'émotion du soldat qui s'enorgueillit des exploits de ses aînés. Grâce aux efforts, à la patience, aux démarches de l'auteur, le jour luit sur des faits dont le souvenir s'était presque complétement éteint. Les actes de courage et de dévouement ensevelis dans de lointaines archives, les noms des braves tombés au champ d'honneur, il les recueille pieusement et les révèle avec amour.

» Les œuvres dont nous venons de donner la liste pourraient être appelées le *Livre d'or* de nos vieux régiments. Pendant quatre siècles, du XVe au XVIIIe, c'est tout un passé de loyauté, d'abnégation, de fidélité au drapeau. Là, on nous parle de cette gendarmerie flamande, connue dans l'histoire sous le nom de *Bandes d'ordonnance*, le premier corps de troupes nationales permanentes qui ait existé dans notre pays ; ici, de cette glorieuse infanterie qui, pendant plus d'un demi-siècle, fut, suivant l'expression pittoresque du maréchal comte de Mérode-Westerloo, un des piliers de la puissance espagnole, de cette infanterie dont Bossuet nous retrace l'attitude à la bataille de Rocroi, dans ces lignes devenues célèbres : « Restait cette » redoutable infanterie de l'armée d'Espagne, dont les gros » bataillons serrés, semblables à autant de tours, mais à » des tours qui sauraient réparer leur brèches, demeuraient » inébranlables au milieu de tout le reste en déroute et lan» çaient des feux de toutes parts... (1). »

» Et que dire de ces *Gardes wallonnes*, dont le nom appartient à l'histoire de l'Europe et qui méritèrent la confiance absolue des rois d'Espagne par leur vaillante conduite à Saragosse (le 20 août 1710), à Villa-Viciosa (le 10 décembre de la même année) et dans mainte autre occasion ?

» Que dire de ces régiments dont le souvenir vit encore dans l'armée autrichienne, ces héros de Kollin (18 juin 1756), de Prague (6 mai 1757), de ces légendaires dragons de la Tour, de ces glorieux débris qui, à Marengo, ont disputé aux invincibles légions du premier consul Bonaparte le ruisseau de Fontanone, emporté cette position après des prodiges de valeur et failli changer les destinées de l'Europe.

» Notre collègue, dévoué à sa tâche, animé de l'esprit le plus large et le plus impartial, ne voulait oublier personne. Il aimait à citer, avec les exploits des fidèles défenseurs de la maison d'Autriche, ceux des Belges qui avaient embrassé les principes philosophiques du siècle dernier, consacré leur épée à la cause de la Révolution française et signalé leur valeur en emportant les fameuses positions de Quaregnon, lors de la bataille décisive de Jemmapes. Soigneux à annoter le moindre détail, il n'oubliait pas, au besoin, de dégager de l'étude des faits d'importantes leçons. « Ils offrent, tel était le jugement porté par lui sur ses » écrits, ils offrent, me semble-t-il, des enseignements pré- » cieux aux jeunes militaires, car ils permettent de con- » stater que souvent, à la guerre, c'est la bonne contenance » d'un seul régiment, l'intrépidité d'un bataillon isolé, » parfois même l'audace d'une simple compagnie qui a » décidé de l'issue d'une grande bataille. »

---

(1) Oraison funèbre de Louis de Bourbon, prince de Condé.

« Je ne puis m'étendre sur les nombreuses notices consacrées, soit à de brillantes individualités, comme Philippe de Clèves, seigneur de Ravestein, soit à des régiments en particulier, à l'état d'armes spéciales à certaines époques ou à des questions du moment, mais il ne m'est pas possible d'omettre l'édition des *Commentaires de Bernadino de Mendoça* (1567-1577. Publications de la Société de l'histoire de Belgique. Bruxelles, 1870, 2 vol. in-8°). Le général, dans une préface instructive, a su faire ressortir les mérites de cet érivain élégant, à la fois guerrier valeureux et habile diplomate, admirateur du duc d'Albe, serviteur dévoué de Philippe II, mais exact, impartial et jouissant en Espagne d'une réputation méritée.

» Le discours prononcé dans la séance publique de la classe des lettres de l'Académie, le 12 mai 1875, a dignement terminé cette longue suite de travaux. Le baron Guillaume, qui était alors directeur de la classe, l'a intitulé : *Du mouvement intellectuel dans l'armée ;* il produisit, sur l'assemblée et sur le pays une sensation profonde en prouvant dans quelle forte proportion notre corps d'officiers participe aux luttes scientifiques, aux luttes littéraires, aux luttes artistiques, luttes qui parfois, dit avec raison l'orateur, n'exigent pas moins de courage, d'abnégation et de persévérance que les combats de la guerre.

» Appelé, en 1865, à faire partie de la commission directrice de la *Biographie nationale*, en remplacement de Mgr de Ram décédé, le général Guillaume en devint le président lorsque notre honoré collègue, M. Gachard, archiviste du royaume, fut obligé, à cause de l'état de sa santé, de renoncer à ces fonctions. Je crois être l'organe fidèle de tous les membres de l'Académie en témoignant que, dans l'accomplissement de ce nouveau mandat, ainsi que chaque fois qu'il fut appelé à présider une commission, un jury, et, en 1871 et 1875, lorsqu'il fut directeur de la classe, il sut se concilier leur affection par le tact, le sentiment des convenances, l'obligeance, que l'on était certain de rencontrer chez lui.

» Si cette vie si bien remplie est fatalement terminée, il nous reste, Messieurs, une consolation, c'est celle de penser que longtemps encore la mémoire du général baron Guillaume vivra, comme celle d'un citoyen qui a utilement et noblement employé son existence. La patrie et l'armée lui doivent un souvenir reconnaissant. Pour le pays il a retracé les titres de gloire que ses enfants ont conquis sur les champs de bataille et par lesquels ils ont justifié les termes expressifs dont César à salué le nom belge il y à près de vingt siècles : *Belgæ quorum maxima virtus*, « les Belges, dont rien n'égale le courage. » A l'armée, il a montré comment les bandes d'ordonnance, les vieux régiments au service d'Espagne et d'Autriche, les gardes wallonnes ont supporté les dangers, les fatigues, les phases souvent si pénibles de la vie militaire. Cette pensée, que les travaux de notre collègue n'auront pas été inutiles à la patrie, doit être en ce jour une consolation pour tous ceux qui l'ont connu et adoucir l'amertume des sentiments de regret que sa perte nous inspire et que partagent la classe des lettres de l'Académie royale de Belgique et la commission de la *Biographie nationale.* »

Fouilles sur l'emplacement d'une villa de l'époque romaine, à Laeken, près de Bruxelles. — Fouilles à Assche, par M. Prosper Crick. (Communication de M. L. Galesloot.)

En 1851, j'ai eu l'honneur de rendre compte à l'Académie de quelques fouilles partielles, faites sur l'emplacement d'une villa de l'époque romaine que j'avais découvert à Laeken (1).

Cet emplacement, comme je l'ai dit, est sur un plateau, nommé *Stuyvenberg*, un peu au delà de la fontaine et de la chapelle consacrées à sainte Anne, et dont la construction est due à la munificence de l'infante Isabelle (2). Il se trouve maintenant au milieu des vastes terrains destinés à être transformés en un parc public, entreprise considérable, digne des embellissements de la capitale, si brillamment transformée depuis 1830, et qui donnera à ce quartier une physionomie nouvelle et un aspect vraiment grandiose. Nous voilà loin des temps reculés où notre petit, mais riche pays, faisait partie du vaste empire romain, dans lequel il était littéralement perdu, ne comprenant, d'après les cartes routières, les historiens et les statistiques officielles, que deux villes : Tongres et Tournai. Seulement, on n'y regardait pas de si près alors, et il serait curieux de savoir combien de centres importants de population ont été passés sous silence par les uns et les autres.

---

(1) *Bulletins*, t. XVIII, 1^re^ partie, p. 204.

(2) *Histoire des environs de Bruxelles*, par M. A. Wauters, t. II, p. 343.

Comme la parcelle de terre dont il s'agit formait, avec les terres avoisinantes, une des dépendances du palais de Laeken, le Roi avait bien voulu me permettre de faire des fouilles en règle (1). C'était au mois d'avril 1875. Mais je reculai alors devant la dépense où j'aurais infailliblement été entraîné et la difficulté de me procurer des ouvriers.

Aujourd'hui, qu'une légion de terrassiers est employée sur les lieux, je me suis dit que le moment était venu de mettre la main à l'œuvre et d'interroger plus minutieusement le sol. Après m'être entendu avec M. Plaquet, conducteur des travaux, de l'obligeance duquel je n'ai eu qu'à me louer (2), je commençai les fouilles le 8 septembre dernier. Elles furent continuées les jours suivants. Le Roi, qui passait par là, les honora un instant de sa présence, et parut s'y intéresser.

Contre mon attente et à mon grand regret, il ne fallut pas longtemps pour constater que rien des substructions ou fondations n'était resté à sa place. J'en excepte une faible partie du pavement d'une chambre, composé d'une couche épaisse de ciment, soigneusement poli à la surface (1). Le reste avait été détruit de fond en comble (2).

---

(1) J'avais fait part de mon projet à M le baron de Crassier, premier président de la cour de cassation, qui, avec l'obligeance qu'on lui connaît, en parla à M. Van Praet, ministre de la maison du Roi.

(2) Il en est de même de M. Didier, attaché au ministère des travaux publics, et qui surveille les travaux pour le compte de l'État, la creation du parc ayant été donnée en entreprise.

Les traces d'un incendie se manifestèrent à diverses reprises, la terre étant çà et là noircie par les cendres.

Si je ne fus pas heureux sous ce rapport, j'ai été, d'un autre côté, mieux favorisé. En effet, malgré des preuves évidentes de dévastation, et chose difficile à expliquer, j'ai pu recueillir une grande quantité de fragments de stuc peint, provenant des murs intérieurs ou parois des chambres. Le rouge, dans ses différentes nuances, y domine. Les teintes en sont rehaussées par de larges raies et des filets servant d'encadrements, les uns jaunes, les autres blancs. Le vert a été employé comme ornementation sur du fond blanc. Un morceau de ce fond, le plus intéressant de la collection, représente des feuilles d'une plante, et des filaments. Traitées avec arts, elles dénotent une main exercée. M. Ch Piot, membre de la classe des lettres, qui a eu ce spécimen sous les yeux, peut en rendre témoignage.

Lorsqu'on les considère dans leur ensemble, ces nombreux débris, dont la description entraînerait trop loin, font supposer une habitation riche en peintures décoratives.

Il serait superflu d'entrer dans de nouvelles explications sur la nature du ciment qui porte ces fines et belles couleurs, après celles que j'ai données à l'Académie, en 1856, à propos d'une autre habitation de cette époque, qui s'élevait non loin de celle-ci (1).

---

(1) M. C. Van Dessel a trouvé des restes d'un pavement à peu près semblable à Rumpst, où il a constaté l'existence, pendant la période romaine, d'un vaste établissement, à proximité du Rupel. Cette découverte me semble remarquable en ce qu'elle prouve, selon M. Van Dessel, qui se fonde sur la situation des lieux, que les crues du Rupel devaient être moins fortes alors qu'elles ne le sont aujourd'hui. (*Bulletins* des Commissions d'art et d'archéologie.)

(2) Seules, une grande tuile plate et une tuile faîtière sont sorties entières, ou à peu près, des décombres.

Il suffit de dire qu'il est fait avec un soin tel, que seul il explique sa conservation pendant une longue suite de siècles, au sein d'une terre froide et humide (2). Je crois, en vérité, que les anciens en auraient remontré a notre industriel, M. Blaton-Aubert dont les réclames couvrent les murailles et remplissent les colonnes des journaux. Et il n'est point douteux que le fameux ciment *portland,* tant vanté de nos jours, ne dût céder la palme, après plusieurs siècles d'expérience, à l'indestructible ciment romain.

Le même soin présidait, on le sait, à la préparation et à l'application des couleurs. De là des résultats analogues de durée. Je ne sache même pas que les procédés employés par les Grecs et les Romains nous soient parfaitement connus, malgré toutes les recherches auxquelles on s'est livré pour les découvrir (3).

---

(1) *Bulletins*, t. XXIII, 2e partie, p. 181.

(2) Je signalerai pourtant un fragment, de 19 centimètres de longueur sur 11 de largeur et 4 d'épaisseur, composé d'un mélange de chaux, de très-petits silex entiers et de paille hachée, qui a laissé ses empreintes. Sur cette couche en est étendue une de plâtre pur, d'un millimètre. Elle porte la couleur, qui est d'un beau rouge, traversé par un filet jaune délicatement tracé. A 5 centimètres de ce filet, une bande jaune sépare le rouge d'une couche blanche, sur laquelle on reconnaît des traces d'ornements en couleur verte A en juger pas d'autres fragments, le fond rouge était aussi relevé par des dessins en couleur blanche, tandis que des fonds blancs le sont par des encadrements rouges. Ainsi, la variété ne faisait pas défaut. Quant à l'effet de l'ensemble, il serait difficile de se prononcer en connaissance de cause.

(3) Voyez, entre autres, Raoul-Rochette et les nombreux ouvrages qu'il cite : *Peintures antiques inédites*, *précédées de recherches sur l'emploi de la peinture dans la décoration des édifices sacrés et publics chez les Grecs et les Romains;* Paris, 1836, grand in-4o.

Quant au mobilier de la villa, j'entends parler de ses débris, tels qu'objets en bronze, poterie, monnaies, etc., rien n'en a été retrouvé, malgré de soigneuses investigations. Cette absence de choses qui abondent ordinairement dans les explorations de l'espèce, ferait croire que la villa fut dépouillée de son ameublement avant d'avoir été détruite. Quant à l'époque de cette destruction, ce serait se perdre en de vaines conjectures que de vouloir la déterminer, même approximativement. Le seul indice dont il faille, me semble-t-il, tenir compte, c'est qu'aucun objet n'a révélé des temps postérieurs à la chute de l'empire romain. Ordinairement, les Francs ont partout laissé des traces de leur occupation; mais, je le répète, ce n'est pas ici le cas.

J'ajouterai ce détail. L'opération des déblais a amené à la surface du sol un grand nombre d'écailles d'huîtres. On me dira, peut-être, qu'il n'y a là rien d'étonnant, puisqu'on les rencontre ordinairement dans les substructions de l'époque romaine. J'en conviens. Pourtant, lors qu'on y réflechit, on se demande comment nos gourmets belgo-romains se procuraient ce mollusque, recherché par eux et par les Romains en général (1), comme il l'est encore par nous. Comment en effectuait-on le transport d'une manière assez rapide pour qu'il parvînt, sans être avarié, des bords de l'Océan aux extrémités du pays, alors que les voies de communication étaient dans un état tout à fait primitif? Voilà un mystère, auquel, pour ma part, j'ai souvent songé. Du reste, il est bien d'autres questions que soulève cette civilisation ancienne, sur laquelle nous ne possédons, en ce qui concerne notre pays, aucune notion positive. D'où venaient, par exemple, ces artistes peintres et les artisans qu'il fallait pour bâtir une maison telle que celle qui a existé à Laeken? Où cherchait-t-on les ingrédients pour préparer les fines couleurs et les matériaux en général? Tout démontre, à l'évidence, qu'il y avait dans les contrées environnantes des centres populeux où les habitants des campagnes allaient s'approvisionner de tout ce qui leur était nécessaire et dont l'existence nous est restée inconnue. Il ne serait pas moins intéressant de connaître, dans ses détails, l'organisation administrative et judiciaire du pays, chose dont nous n'avons qu'une idée très-vague, et qu'il y a désormais peu d'espoir d'éclaircir, faute de monuments écrits.

---

(1) *Lexicon antiq. roman.*, par Samuel Pitiscus; La Haye, 1737, au mot *Ostrea*. (3 vol. grand in-fol.)

Il me reste à faire connaître, concernant les antiquités de la commune de Laeken, les renseignements que voici.

Il résulte d'un acte passé devant la chambre de tonlieu de Bruxelles, le 4 novembre 1562, que Roland de Weert, un des sept seigneurs fonciers de Laeken, y acquit une pièce de terre située, dit le document, à l'endroit nommé *Tomberg,* ce qui dénote évidemment une tombe romaine. Guidé par d'autres indications que cet acte m'a fournies, j'ai exploré les lieux, à l'extrême limite de la commune, vers Strombeek, sans y avoir remarqué des vestiges d'une tombe, que des travaux de culture peuvent avoir fait disparaître depuis bien longtemps.

Un autre *Tomberg* est mentionné dans un acte des échevins de Laeken, du 24 novembre 1571. Par cet acte, François Van Beughem, fils de l'architecte Louis Van

Beughem (1), se constitue caution pour son fils Louis, receveur général des domaines, à Utrecht. Parmi les biens qu'il possédait à Laeken, où il était également seigneur foncier, et qu'il donne en garantie, figure une pièce de terre près du *Tomberg*, sans indication précise de l'endroit, qui n'est pas, toutefois, dans la direction du précédent.

Enfin, plusieurs actes échevinaux de Laeken, de la fin du XV^e siècle, renseignent près de l'église, le *Gulden bodem*, c'est-à-dire le *champ* ou le *fonds d'or*. Il n'est pas impossible que cette dénomination provienne d'une importante découverte de monnaies. Ce champ était voisin de celui portant le nom de la *Couronne* (*de Croon*), qu'il a encore aujourd'hui, tandis que le *Gulden bodem* n'est plus connu.

Puisque je me suis occupé de peintures murales dans les lignes qui précèdent, l'occasion se présente de signaler un fait qui mérite quelque attention.

J'ai cité plus haut, en note, le savant ouvrage de Raoul-Rochette : *Peintures antiques*, etc. L'auteur le publia pour établir, contrairement à l'opinion du non moins savant Letronne, que les Grecs et les Romains produisaient des tableaux peints sur bois. Or, un jour en visitant les substructions déblayées d'une très-importante villa, à Gerpinnes (arrondissement de Charleroi), je trouvai, imprégnés de terre, deux petits fragments disjoints d'une peinture sur bois, offrant une sorte d'arabesques en blanc sur fond noir. Elle a bien le caractère de l'ancienneté et ce n'est certainement pas de la peinture à l'huile. Provenait-elle de la villa? Je n'oserais pas me prononcer à cet égard, en présence surtout de la bonne conservation du bois, quoique je possède des débris de bois, encore intact, extraits de la tombe de Cortil-Noirmont, ouverte récemment et qui a produit un précieux trésor archéologique. Si pourtant il en était ainsi, si, au lieu d'une supposition, nous avions un fait réel, authentique, cette trouvaille trancherait en quelque sorte matériellement une question soulevée entre d'éminents archéologues à propos de l'intelligence des textes d'auteurs grecs et latins, de Pline surtout. Il est vrai qu'il s'agit ici d'un édifice privé, et que Raoul-Rochette a soutenu sa thèse au point de vue de l'ornementation des temples et des monuments publics, notamment de la Grèce, dans la belle période de l'art. Au surplus, en considérant le luxe de décoration que les Belgo-Romains déployaient dans leurs demeures, et ce fut surtout le cas à Gerpinnes, où l'on ne ménagea pas le marbre, il ne faudrait pas s'étonner qu'ils eussent possédé des peintures sur bois, encastrées ou non, dont le même auteur a victorieusement prouvé l'existence. C'est ainsi encore qu'en fait d'objet de luxe, ils ont dû avoir des orgues hydrauliques, comme semble l'indiquer la mosaïque de la villa de Nennig, en face de Remich (Grand-Duché). Cette magnifique œuvre d'art, unique en son genre, en deçà des Alpes, et qui est la propriété de l'empereur d'Allemagne, représente d'une manière saisissante des combats de gladiateurs. Dans l'un de ses médaillons on remarque un joueur d'orgue hydraulique qu'accompagne un musicien jouant du cor (*cornicen*) (1).

---

(1) Louis Van Beughem ou Van Bodeghem commença à acheter des immeubles à Laeken en 1509. Les actes (1516) le qualifient de *maître ouvrier du roi d'Espagne* (depuis Charles-Quint), fils de feu Livin. Il avait épousé Anne Van Aelst.

---

(1) *Die römische villa zu Nennig und ihr Mosaik erläutert von domcapitular von Wilmowsky.* Bonn, 1864; grand in-fol. Publication de la Société *der Altherthums Freunde im Rheinlande.*

Fouilles à Assche, par M. Prosper Crick.

L'Académie, à qui j'ai fait part du résultat des fouilles que M. Crick a faites à Assche, depuis quelques années(1), apprendra, sans doute, avec satisfaction que ce jeune archéologue les a reprises, cette année, après la levée des récoltes.

Bien qu'il y ait mis, comme avant, un zèle dont la science doit lui savoir gré, ses explorations ont été moins fécondes en découvertes que précédemment. M. Crick n'a recueilli que les objets suivants : 1° six pièces de monnaie dont une de l'empereur Trajan, une de Domitien et le reste du bas empire; 2° une jolie anse en bronze; 3° une feuille de lierre en bronze; 4° une petite cuiller du même métal; 5° une enclume de 30 centimètres de hauteur; 6° une petite pierre ronde que M. Crick suppose avoir servi de pierre à aiguiser; 7° deux fragments de haches en silex; et 8° un éclat d'un vase en verre portant en relief les lettres IN...., d'un nom propre ou d'un mot.

Ainsi que je l'ai dit en premier lieu, c'est sur les champs appelés *Kalckhoven,* où s'élevait sous la période romaine une grosse bourgade, que M. Crick se livre à ses explorations. Celles qu'il vient de terminer lui ont été utiles au point de vue topographique. « Les résultats » obtenus, m'écrit-il, complètent, à un certain degré, les » travaux antérieurs. Pour la connaissance des lieux, par » exemple, ils m'ont confirmé dans la pensée que le plus » grand des chemins empierrés, que j'ai reconnu à diffé- » rents endroits, à 1 mètre de profondeur, au lieu d'être » un tronçon de route, est une véritable rue intérieure » de la bourgade, une sorte de *platea.* »

---

(1) *Bulletins,* t. LX, p. 217, et t. LXI, p. 594. Dans cette dernière notice, j'ai signalé, sans en indiquer le provenance, une urne cineraire antique que Pierre Roose, chef et président du conseil privé, légua par son testament à Georges Uwens, son ancien condisciple à l'université de Louvain et qui fut ensuite conseiller au conseil de Brabant. Or, M. le conseiller Schnermans nous avait déjà appris que l'urne provenait de Rome, où elle fut acquise avec d'autres inscriptions pour le compte de Jean Wowerius, ancien élève de Juste Lipse et l'un de ses exécuteurs testamentaires. (*Bulletins* des Commissions d'art et d'archéologie, année 1869, p. 347.)

En dépit du léger mécompte qu'il vient d'éprouver, M. Crick présume que les terres qu'il explore n'ont pas dit leur dernier mot en fait de découvertes archéologiques. Aussi, loin de se rebuter, compte-t-il remettre la main à l'œuvre, au mois d'août de l'année prochaine. On ne peut que lui souhaiter une heureuse chance et une compensation à ses sacrifices pécuniaires.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 6 décembre 1877.

M. Alvin, directeur, président de l'Académie.

M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents: MM. L. Gallait, Guill. Geefs, H. Vieuxtemps, Joseph Geefs, C.-A. Fraikin, Edm. De Busscher, Alph. Balat, le chevalier L. de Burbure, J. Franck, Gust. De Man, Ad. Siret, Ern. Slingeneyer, Alex. Robert, Ad. Samuel, Ad. Pauli, G. Guffens, et F. Stappaerts, *membres;* Alex. Pinchart, *correspondant.*

MM. Éd. Mailly, *membre de la classe des sciences,* et R. Chalon, *membre de la classe des lettres,* assistent à la séance.

CORRESPONDANCE.

MM. les questeurs du Sénat et de la Chambre des représentants envoient des cartes de tribune réservée pour la session législative 1877-1878. — Remercîments.

— M. le Ministre de l'Intérieur envoie, conformément aux dispositions du règlement des grands concours, une copie du 14e rapport semestriel de M. Ern. Dieltiens, lauréat du grand concours d'architecture de 1871. Ce document est renvoyé à l'appréciation de MM. Balat et De Man.

— MM. Van de Kerkhove frères annoncent qu'ils ont ouvert, depuis le 1^er^ décembre, place de Brouckere, n° 26, à Bruxelles, une exposition permanente de tableaux anciens et modernes.

— M. Liagre dépose sur le bureau l'exemplaire d'un ouvrage dont M. Melsens a fait hommage à la classe des sciences, intitulé : *Sur les paratonnerres à pointes, à conducteurs et à raccordements terrestres multiples.* Bruxelles, 1877 ; vol. gr. in-8°. — Remercîments.

Il ajoute que l'auteur se fera un plaisir de mettre à la disposition des membres de la classe les exemplaires qu'ils lui demanderont.

ÉLECTIONS.

La classe continue à MM. De Man, Fraikin, Franck, G^me^ Geefs et Slingeneyer, membres sortants, la mission de composer sa commission spéciale des finances pour l'année 1878.

PROGRAMME DE CONCOURS POUR 1879.

La classe a ensuite adopté définitivement les sujets suivants pour son programme de concours de l'année 1879 :

SUJETS LITTÉRAIRES.

PREMIÈRE QUESTION.

Faire l'histoire de l'architecture qui florissait en Belgique pendant le cours du XV^e^ siècle et du commencement du XVI^e^, architecture qui a donné naissance à tant d'édifices *civils remarquables, tels que halles, hôtels de ville, beffrois, siéges de corporations, de justices, etc.*

Décrire le caractère et l'origine de l'architecture de cette période.

DEUXIÈME QUESTION.

Faire une étude critique sur la vie et les œuvres de Grétry, étude fondée autant que possible sur des documents de première main; donner l'analyse musicale de ses ouvrages, tant publiés que restés en manuscrit; enfin, déterminer le rôle qui revient à Grétry dans l'histoire de l'art au XVIII^e siècle.

TROISIÈME QUESTION.

Déterminer, en s'appuyant sur des documents authentiques, quel a été, — depuis le commencement du XIV^e siècle jusqu'à l'époque de Rubens inclusivement, — le régime auquel était soumise la profession de peintre, tant sous le rapport de l'apprentissage que sous celui de l'exercice de l'art, dans les provinces constituant aujourd'hui la Belgique.

Examiner si ce régime a été favorable ou non au développement et aux progrès de l'art.

QUATRIÈME QUESTION.

On demande la biographie de Théodore-Victor Van Berckel, graveur des monnaies belges au siècle dernier, avec la liste et la description de ses principales œuvres, ainsi que l'appréciation de l'influence que cet éminent artiste a pu exercer sur les graveurs de son époque.

La valeur des médailles d'or présentées comme prix pour ces questions est de *mille francs* pour la PREMIÈRE, de *huit cents francs* pour la DEUXIÈME, et de *six cents francs* pour les TROISIÈME et QUATRIÈME questions.

Les mémoires envoyés en réponse à ces questions doivent être lisiblement écrits, et peuvent être rédigés en français, en flamand ou en latin. Ils devront être adressés, francs de port, avant le 1^er^ juin 1879, à M. J. Liagre, secrétaire perpétuel, au Palais des Académies.

Les auteurs ne mettront point leur nom à leur ouvrage; ils n'y inscriront qu'une devise, qu'ils reproduiront dans un billet cacheté renfermant leur nom et leur adresse. Faute, par eux, de satisfaire à cette formalité, le prix ne pourra leur être accordé.

Les ouvrages remis après le temps prescrit, ou ceux dont les auteurs se feront connaître, de quelque manière que ce soit, seront exclus du concours.

L'Académie demande la plus grande exactitude dans les citations ; elle exige, à cet effet, que les concurrents indiquent les éditions et les pages des ouvrages qui seront mentionnés dans les travaux présentés à son jugement.

Les planches manuscrites seules seront admises.

L'Académie se réserve le droit de publier les travaux couronnés.

Elle croit devoir rappeler aux concurrents que les manuscrits des mémoires soumis à son jugement restent déposés dans ses archives comme étant devenus sa propriété. Toutefois, les auteurs peuvent en faire prendre copie à leurs frais, en s'adressant, à cet effet, au secrétaire perpétuel.

SUJETS D'ART APPLIQUÉ.

ARCHITECTURE.

On demande un projet de fontaine monumentale à placer à l'extrémité d'une place publique avec cascades, bassins, gradins, etc.

MUSIQUE.

On demande une symphonie à grand orchestre.

Elle devra être entièrement inédite et n'avoir jamais été exécutée en public.

Les plans et les partitions destinés au concours devront être remis au secrétariat de l'Académie avant le 1er septembre 1879.

Un prix de *mille francs*, attribué à chacun des sujets précités, sera décerné à l'auteur de l'œuvre couronnée.

L'Académie n'acceptera que des travaux complétement terminés ; les plans et les manuscrits devront être soigneusement achevés.

Le manuscrit de la partition musicale et une reproduction du projet d'architecture couronnés deviendront la propriété de l'Académie.

Les auteurs ne mettront point leur nom à leur ouvrage ; ils n'y inscriront qu'une devise, qu'ils reproduiront dans un billet cacheté renfermant leur nom et leur adresse. Faute, par eux, de satisfaire à cette formalité, le prix ne pourra leur être accordé.

Les ouvrages remis après le terme prescrit, ou ceux dont les auteurs se feront connaître de quelque manière que ce soit, seront exclus du concours.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

M. Alvin fait connaître les dispositions qui ont été prises pour la fête solennelle d'installation des Académies, fixée au samedi 15 de ce mois, à 1 heure.

Il donne connaissance du programme, qui se compose de deux parties : la première, consacrée à la solennité précitée, et la seconde à la séance publique annuelle de la classe des sciences.

— La classe s'est ensuite constituée en comité secret pour la présentation des candidatures supplémentaires aux places vacantes.

◆

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 14 décembre 1877.

M. Maus, directeur.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. J.-C. Houzeau, vice-directeur; B.-C. Du Mortier, J.-S. Stas, L. de Koninck, P.-J. Van Beneden, Edm. de Selys Longchamps, H. Nyst, Gluge, Melsens, F. Duprez, G. Dewalque, Ern. Quetelet, Candèze, F. Donny, Ch. Montigny, Steichen, Brialmont, Éd. Dupont, Éd. Morren, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Folie, F. Plateau, F. Crépin et Éd. Mailly, *membres;* Alf. Gilkinet, *correspondant.*

CORRESPONDANCE.

La Société royale de médecine publique de Belgique annonce sa constitution définitive et demande les publication académiques. — Renvoi à la Commission administrative.

— M. Chasles remercie la classe d'avoir bien voulu ordonner l'impression dans le *Bulletin* de sa réclamation concernant la communiation de M. Saltel.

« On me propose, ajoute-t-il, de réunir divers théorèmes nouveaux concernant cette même théorie des deux caractéristiques, tous démontrés par la même méthode, et vérifiés souvent d'une manière évidente. J'aurai l'honneur de vous adresser ce travail, en vous priant, M. le secrétaire perpétuel, de vouloir bien être mon interprète auprès de l'Académie. »

— La classe renvoie à l'examen des commissaires les travaux manuscrits suivants :

1° *Deux théorèmes de géométrie de l'espace analogues à celui de Pascal en géométrie plane*, par M. Sautreaux-Félix, étudiant en mathématiques à Nice. — Commissaire : M. Folie ;

2° *Description d'un photomètre stellaire*, par M. Ad. de Boë. — Commissaire : M. Houzeau ;

3° *Podophrya Benedeni. Acineta tuberosa*, par M. Julien Fraipont. — Commissaires : MM. P.-J. Van Beneden, F. Plateau et Van Bambeke.

JUGEMENT DU CONCOURS POUR 1877.

M. le directeur procède à l'ouverture du billet cacheté joint au mémoire envoyé en réponse à la sixième question du programme, demandant l'*Étude du cycle d'évolution d'un groupe de la classe des Algues;* il fait connaître comme auteur : M. Rostafinski, correspondant de l'Académie des sciences de Cracovie, à Cracovie.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Note sur un Cachalot nain du crag d'Anvers (*Physeterula Dubusii;* par M. P.-J. Van Beneden, membre de l'Académie.

Parmi les nombreux matériaux que les travaux d'Anvers ont mis au jour, se trouve un animal d'un intérêt majeur que M. du Bus n'a pas eu entre les mains et que je m'empresse de faire connaître.

C'est un Ziphioïde du groupe des Cachalots, on pourrait presque dire un vrai Cachalot, mais qui ne dépasse que de fort peu la taille de notre Hyperoodon.

Nous maintenons toujours l'opinion que nous avons exprimée depuis longtemps, que les Cachalots sont de vrais Ziphioïdes.

Il est fort remarquable que cette mer scaldisienne, qui nourrissait de vraies Baleines avec et sans ailerons de très-petite taille, ait nourri également à côté de ces nains mysticètes un Cachalot nain.

Il est peut-être encore plus remarquable que la mer du crag se trouvait dans le même cas où se trouvent aujourd'hui quelques parages éloignés qui nourrissent des espèces naines à côté des espèces géantes. On sait, en effet, qu'à côté de la *Balæna marginata* d'Australie vit la *Balæna antipodum*, et qu'à côté des grands Physétères habitent des *Kogia* qui n'ont pas plus de neuf pieds de longueur.

Les mers d'Australie ont conservé en vie plus d'un animal que l'on ne voit plus ailleurs qu'à l'état fossile, et l'un des exemples les plus remarquables est ce poisson *Ceratodus*, de nos terrains primaires, que l'on vient de découvrir vivant dans les fleuves de l'Australie.

Voici ce que nous possédons de ce Physétère fossile de la mer du crag auquel nous proposons de donner le nom de

Physeterula Dubusii.

Le Musée royal a reçu des ossements de trois individus.

Celui qui sert de type pour cette description a son maxillaire inférieur à peu près complet.

Un second a la tête à peu près complète, mais la partie antérieure est perdue.

Un troisième possède également une grande partie du crâne.

Indépendamment de la tête, nous possédons plusieurs côtes, quatre vertèbres caudales et une partie du sternum.

Une des vertèbres a encore son os en V.

Ces os ont été trouvés dans le sable noir, à peu près à la même place et à côté d'eux gisaient un humérus et un temporal de *Heterocetus hupschii*, un humérus et un temporal de Dauphin non encore déterminé.

L'étiquette qui accompagne ces os porte : *Nouvelle enceinte*, 3^e *section, fossé du ravelin, partie droite en face du gazomètre de la fabrique Woot, sur le canal de Herenthals, 20 novembre 1863.*

L'os maxillaire inférieur a pu être reconstitué à peu près complétement; nous possédons les branches de droite et de gauche.

La forme du maxillaire est fort gracieuse, et le bord inférieur est élégamment ondulé.

Les deux branches s'écartent fortement en arrière comme dans le Physétère vivant, tandis qu'en avant elles se réunissent sur une longueur considérable; elles forment une symphyse qui occupe à peu près le tiers de la longueur totale. Le Cachalot vivant a cette symphyse de la moitié de la longueur totale, ou même plus.

La brièveté de la symphyse est un caractère de jeune âge; le jeune Cachalot que M. Flower a figuré a une symphyse qui dépasse un peu le tiers de la longueur du maxillaire, tandis que l'adulte a cette même symphyse de plus de la moitié de la longueur (1).

En arrière l'os est fort élevé et l'entrée du canal dentaire est extrêmement large comme dans tous les Cétodontes. Du reste, le canal dentaire conserve une grande largeur dans toute son étendue. Tout l'os en avant n'est pour ainsi dire qu'un étui du canal avec des cloisons pour les dents.

On distingue à sa surface externe cinq trous mentonniers, échelonnés à une distance à peu près égale vers le milieu de la hauteur de l'os. Il y en a un qui est double.

Les dents sont fort intéressantes ; elles sont au nombre de vingt-deux, non pas qu'il en existe autant en place, mais nous tenons compte du nombre d'alvéoles. Il y a douze dents en place à droite et dix à gauche.

Ces dents sont à peu près toutes semblables, mais on peut cependant reconnaître fort bien celles de gauche et de droite.

Elles ont à peu près treize centimètres de longueur sur deux centimètres et demi d'épaisseur. Il n'y en a qu'une, nous supposons que c'est l'antérieure, qui n'a que la moitié en épaisseur des autres.

---

(1) Flower, *Trans. zool. soc.*, vol. VI, pl. LVI, fig. 1 et 2.

Toutes sont fort légèrement courbées.

Leur base est assez large et ouverte pour le bulbe dentaire; elles se renflent faiblement vers le milieu, puis se terminent en haut en pointe.

De la quatrième à la huitième les dents présentent, à la base de leur couronne, une surface usée en avant ou dans la partie convexe et une autre en arrière, dans la partie concave. La première usure est plus étendue et plus élevée.

La surface antérieure ou externe de chaque dent est plus ou moins arrondie, tandis que la face interne est aplatie sur presque toute la longueur.

Chaque dent a sa partie osseuse entourée depuis la base jusqu'au sommet d'une couche de *cément*, dont la couleur comme la structure contraste avec la substance osseuse. Celle-ci a un aspect de silex, tandis que la substance corticale ne semble formée que de poussière accumulée. Le cément est facilement attaqué. L'ivoire se brise comme un silex et présente la même cassure.

Le cément est très-mince aux deux bouts, assez épais au milieu; en avant il devient assez mince pour produire l'effet d'une légère altération de la surface.

La substance osseuse, dégagée du cément, présente à sa surface des stries circulaires et des stries longitudinales, ces dernières sont moins bien accusées que les premières.

Les dents antérieures ne semblent ni plus faibles ni plus usées que les autres.

Les dents antérieures sont représentées par la partie profonde des alvéoles. Le bout du maxillaire est brisé.

Il y a quatre vertèbres caudales moyennes dont trois fort complètes et une avec un os en V.

Ces vertèbres sont à peu près aussi hautes que larges; le disque est parfaitement circulaire et légèrement concave des deux côtés. La surface articulaire pour les os en V fait une forte saillie en avant et en arrière.

L'os en V est proportionellement fort.

Les côtés sont au nombre de plusieurs. Les deux ou trois antérieures se distinguent par leur largeur et par leur courbure. Elles forment un angle presque droit en haut, puis se courbent fort légèrement.

Le sternum est représenté par une moitié de la pièce antérieure et un fragment de la pièce moyenne qui est perforé au milieu.

On connaît quelques débris de Physétère recueillis dans le midi de la France par M. Paul Gervais, en Italie par MM. Pedroni et Lawley, dans la Caroline du Sud par M. Gibbes. Mais tous ces débris sont trop incomplets et trop mal conservés pour permettre de faire une comparaison rigoureuse avec les Physétères vivants. La pièce que nous faisons connaître est d'une conservation assez complète pour ne laisser aucun doute ni sur le genre ni sur l'espèce.

La mandibule que nous représentons ici a été rapportée à l'*Homœocetus villersii,* mais il est à remarquer que ce genre *Homœocetus* a été établi sur une région cervicale qui a été reconnue après pour une région cervicale de Balénide. M. du Bus, voyant une région cervicale à vertèbres soudées mais à atlas libre, a cru qu'il avait un Cachalot sous les yeux. Il a reconnu lui-même cette erreur, car aucune région cervicale n'a conservé son étiquette d'*Homœocetus.*

En terminant nous ferons remarquer que, dans la mer de nos antipodes, vivent encore aujourd'hui, comme dans la mer du crag, de petites espèces de *Kogia* à côté de grand Cachalots, de *Neobalœna* à côté de grands Mysticètes.

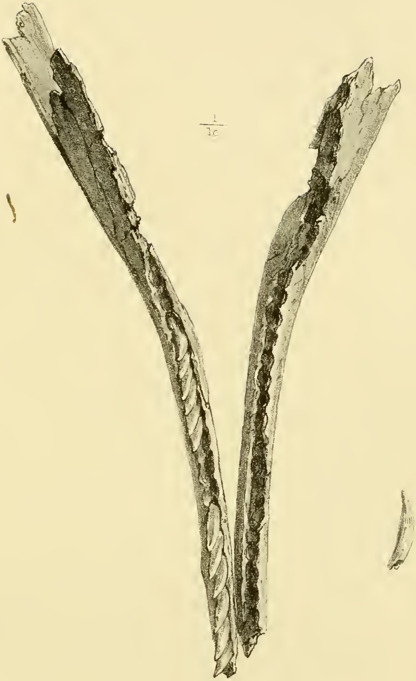
EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Mandibule de *Physeterula Dubusii*, vue au dixième.

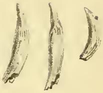
Fig. 1. Les deux mandibules vues d'en haut, pour montrer la symphyse, la direction des mandibules en arrière et les dents qui sont encore en place.
— 2. La mandibule droite.
— 3. Trois dents isolées.

ÉLECTIONS ET PRÉPARATIFS DE LA SÉANCE PUBLIQUE.

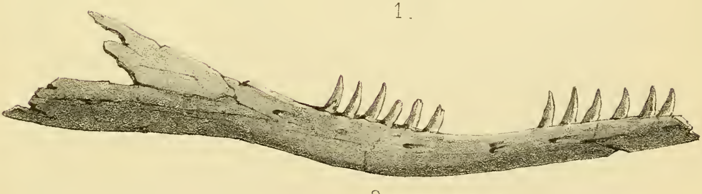
La classe se forme en comité secret pour s'occuper des élections aux places vacantes et des préparatifs de la séance publique du lendemain. Les résultats des élections paraîtront dans le compte rendu de la séance publique.



1.



3.



2.

Lith. G. Severeyns,

Physeterula dubusii.

SOLENNITÉ

D'INAUGURATION DU PALAIS DES ACADÉMIES

ET

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DE LA CLASSE DES SCIENCES.

Samedi, 15 décembre 1877, à 1 heure.

Le bureau est composé de la manière suivante :

MM. Alvin, président de l'Académie des sciences, des lettres et des beaux-arts, *président;* le Ministre de l'Intérieur; Soupart, président de l'Académie de médecine; Maus, directeur de la classe des sciences ; Hairion, 1^{er} vice-président de l'Académie de médecine ; Wauters, directeur de la classe des lettres; Chandelon, 2^d vice-président de l'Académie de médecine; Liagre, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, des lettres et des beaux-arts; et Thiernesse, secrétaire de l'Académie de médecine.

Assistent à la séance :

Classe des sciences: MM. B.-C. Du Mortier, L. de Koninck, P.-J. Van Beneden, Edm. de Selys Longchamps, H. Nyst, Gluge, Melsens, F. Duprez, G. Dewalque, E. Candèze, F. Donny, Ch. Montigny, Steichen, Éd. Dupont, Éd. Morren, Éd. Van Beneden, C. Malaise, Alb. Briart, F. Plateau, Éd. Mailly, *membres ;* Th. Schwann, E. Catalan, *associés ;* H. Valérius, F.-L. Cornet, Ch. Van Bambeke, G. Van der Mensbrugghe, Alf. Gilkinet et M. Mourlon, *correspondants.*

Classe des lettres : MM. Gachard, P. De Decker, J.-J. Haus, M.-N.-J. Leclercq, Ch. Faider, Th. Juste, F. Nève, G. Nypels, Ém. de Borchgrave, A. Wagener, J. Heremans, P. Willems, *membres;* Aug. Scheler, Alph. Rivier, Eg. Arntz, *associés;* Edm. Poullet, Loise, S. Bormans, Ch. Piot, Ch. Potvin, *correspondants.*

Classe des beaux-arts : MM. L. Gallait, Guill. Geefs, H. Vieuxtemps, Jos. Geefs, C. Fraikin, Éd. Fétis, Edm. de Busscher, le chevalier Léon de Burbure, J. Franck, Gustave De Man, Ad. Siret, Ern. Slingeneyer, A. Robert, F. Gevaert, Ad. Pauli, F. Stappaerts, G. Guffens, *membres;* Éd. de Biefve et Alex. Pinchart, *correspondants.*

Académie royale de médecine : MM. Bellefroid, Rich. Boddaert, Borlée, Boulvin, Bribosia, Cousot, Craninx, Crocq, Delwart, De Roubaix, Foelen, Gille, Kuborn, Lefebvre, Lequime, Michaux, Pigeolet, Rommelaere, Warlomont, Willième, *membres titulaires;* MM. Decaisne, Malcorps, L. Martin, *membres honoraires;* MM. Blas, Belval, Boëns, Debaisieux, Degive, Dugniolle, Du Moulin, Hambursin, Hayoit, Henriette, Hubert, Hugues, Janssens, Larondelle, Masoin, Motte, Sacré, Van Aubel, Van Bastelaer, Vanden Corput, Van Wetter, Vleminckx, Wehenkel et Willems, *correspondants.*

Absents pour motif de santé : MM. Deneffe, Sovet et Thiry, *membres titulaires.*

Se sont excusés : MM. Fossion, Gallez, Gouzée et Mascart, aussi *membres titulaires*,

A 1 heure, les bureaux des deux Académies, auxquels s'était joint M. le Ministre de l'Intérieur, ont eu l'honneur de recevoir Leurs Majestés au pied du grand escalier du Palais.

LL. AA. RR. le Comte et la Comtesse de Flandre, reçues un instant avant, attendaient également le Roi et la Reine.

Leurs Majestés ont été complimentées par les présidents des deux Académies.

Le cortége royal a d'abord parcouru les locaux, où deux bouquets ont été présentés : l'un, à la Reine, par M. le président de l'Académie des sciences, des lettres et des beaux-arts; l'autre, à la Comtesse de Flandre, par M. le président de l'Académie de médecine.

Au moment où Elle a paru dans sa loge, la Famille royale a été saluée par les acclamations de la nombreuse assemblée qui se trouvait réunie dans la grande salle du Palais, et par la *Brabançonne* exécutée par la musique des grenadiers, sous la direction de son habile chef, M. C. Bender.

Dans la loge ministérielle se trouvaient, entre autres : M. Beernaert, Ministre des Travaux publics, et sa dame; M. le baron Gericke de Herwynen, Ministre des Pays-Bas; M. le comte de Barral de Monteauvrard, Ministre d'Italie; M. de Thomar, Ministre de Portugal; MM. Rogier, Descamps et Demeur, représentants.

La solennité a commencé par l'ouverture d'*Obéron*, interprétée par le même corps de musique.

— M. le Ministre de l'Intérieur s'est levé et a prononcé le discours suivant :

SIRE, MADAME; MONSEIGNEUR, MADAME; MESSIEURS,

Encourager la culture des sciences, des lettres et des arts est l'un des premiers devoirs du gouvernement dans les pays civilisés. En Belgique, ce devoir n'a jamais été perdu de vue et le gouvernement s'est toujours attaché à s'en acquitter avec une sage et bienveillante impartialité.

Les institutions diverses, fondées et agrandies depuis 1830, les dotations accordées pour leur permettre de féconder leurs travaux, les collections de tout genre ouvertes aux études, tout, en un mot, démontre que les pouvoirs publics n'ont à aucune époque méconnu leurs obligations à l'égard du développement de la vie intellectuelle de la nation.

Pour ne parler que des faits principaux accomplis dans ces derniers temps, je citerai, dans l'ordre scientifique : l'organisation du Jardin Botanique acquis au prix d'un million, la réorganisation du Musée d'histoire naturelle, qui est devenu une institution scientifique de premier ordre, l'Observatoire muni d'instruments nouveaux et d'un matériel scientifique complet, enfin l'établissement des premiers jalons pour la confection d'une nouvelle carte géologique du pays.

Dans l'ordre littéraire, je rappellerai l'organisation nouvelle, les accroissements considérables et les locaux reconstruits de la Bibliothèque royale, les Archives mieux dotées et logées prochainement, je l'espère, dans un bâtiment spécial, enfin les encouragements divers donnés à l'art dramatique et à la plupart de nos institutions destinées à la culture d'une branche quelconque de la littérature.

Quant aux beaux-arts, l'intervention bienveillante de l'État s'est manifestée sous des formes variées : le Conservatoire royal de musique doté d'une organisation nouvelle et de locaux parfaitement appropriés, les Musées de peinture reconstruits et enrichis, le Palais des beaux-arts décrété et déjà bâti en partie, tels sont les principaux actes par lesquels le Gouvernement a manifesté son intention d'encourager le développement des beaux-arts, et de prêter à ceux qui les cultivent un concours sympathique, surtout lorsque des crises comme celle qui sévit aujourd'hui menacent de tarir les sources de leur activité.

Le concours des pouvoirs publics était naturellement acquis aux Académies, qui occupent le premier rang parmi les institutions destinées à animer la vie intellectuelle du pays. C'était pour le Gouvernement un devoir patriotique de leur témoigner sa bienveillance dans toutes les occasions où elle peut se produire avec fruit.

C'est ainsi que, tour à tour, il a étendu le cercle d'action de l'Académie royale de Belgique, en complétant son organisation, en augmentant sa dotation et en lui permettant de multiplier ses travaux par le concours de corps spéciaux.

L'Académie de médecine, de fondation plus récente, a reçu le même encouragement et a montré, par son activité féconde, qu'elle en était digne à tous égards.

L'influence de nos sociétés savantes grandira de plus en plus dans l'avenir : c'est parce qu'il est convaincu de ce résultat, que le Gouvernement leur a affecté le palais dont l'inauguration solennelle a lieu aujourd'hui.

En daignant rehausser cette cérémonie par leur présence, leurs Majestés le Roi et la Reine donnent un nouveau témoignage de leur vif intérêt pour tout ce qui peut contribuer à élever le niveau intellectuel de la nation. En d'autres occasions, cet intérêt s'est manifesté avec éclat, et il ne saurait pas être inopportun, en inaugurant le palais des Académies, d'exprimer hautement les sentiments de gratitude que tous nous en éprouvons.

— M. Alvin prononce l'allocution suivante au nom de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts :

SIRE, MADAME, ALTESSES ROYALES,

Au renouvellement de l'année, mon honorable prédécesseur dans la dignité de président de l'Académie, M. Ch. Faider offrant à Votre Majesté l'hommage respectueux et reconnaissant ainsi que les vœux de la Compagnie pour le bonheur de la Famille royale, avait fait allusion à l'inauguration du palais que le Gouvernement du Roi venait d'assigner aux Académies. Le Roi avait daigné promettre d'honorer la solennité de son auguste présence.

Cette fête, toute de reconnaissance, coïncide avec la séance publique annuelle de la classe des sciences, date qui a l'avantage de rappeler la fondation de notre Compagnie, il y a cent quatre ans, par l'impératrice Marie-Thérèse, de glorieuse mémoire.

Les deux Compagnies savantes qui occupent en commun ce palais depuis quelques mois, — l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts, et l'Académie royale de médecine, — y ont vu l'occasion de resserrer les liens de confraternité si désirables entre les hommes de bonne volonté qui consacrent leur existence aux arts libéraux, et en même temps de témoigner, avec un ensemble plus imposant, leur profonde gratitude envers leur auguste Protecteur.

Le Roi, — la Belgique entière le sait et elle s'en glorifie, — le Roi prend vivement à cœur tout ce qui se rattache au développement intellectuel de la nation et même aussi à l'extension de la civilisation universelle. C'est un des soins les plus constants et ce ne sera pas le moindre honneur de son règne.

L'acte de l'autorité qui a motivé la fête d'aujourd'hui est un nouveau témoignage de la sollicitude royale. Les Académies occupent désormais un palais distinct, exclusivement affecté à leur service et digne de l'idée que se fait notre souverain de l'importance du rôle dévolu aux œuvres de l'intelligence dans les sociétés modernes.

En voyant briller les mots : *Palais des Académies*, sur la façade de cet édifice, destiné d'abord à abriter des personnes royales, le peuple paprendra, par l'exemple que lui donne un monarque, à honorer le talent et le savoir dans la personne de ceux qui ont su les acquérir et les cultiver avec succès.

Oui, le peuple comprendra que ce palais est son domaine à lui; que l'accès lui en est ouvert; que des siéges y attendent non pas ceux-là qu'y appellerait le hasard de la naissance ou le caprice de la fortune, mais ceux qui se seront distingués par l'étude et par un travail fructueux. Il saura que l'instruction est la seule route qui y conduit, route aujourd'hui largement ouverte, grâce au concours de tous les pouvoirs publics du pays.

En remerciant le Roi et son Gouvernement d'avoir assigné ce palais au service des Académies, ce n'est donc point à un sentiment d'égoïste et puérile satisfaction que nous obéissons; les locaux que nous venons de quitter étaient assurément fort convenables. Nous nous réjouissons surtout parce que la mesure se rattache à un ensemble de dispositions intéressant au plus haut degré les sciences, les lettres et les arts, et qui leur seront éminemment profitables en permettant de réunir et de grouper, suivant leurs analogies, les grandes collections artistiques, scientifiques et littéraires de l'État.

Nous avons été heureux, Sire, et fiers aussi, de recevoir dans ce palais notre bien-aimé Protecteur, son auguste frère, cœur si sympathique, et les deux illustres princesses qui perpétuent, sur le trône et à côté du trône, les traditions de grâce et de vertu qu'y avait fixées jadis notre tant regrettée reine Louise-Marie.

L'installation des Académies laisse encore à désirer; Votre Majesté l'a pu constater en parcourant nos salles de réunion ainsi que nos collections; mais nous nous reposons, pour les améliorations désirées, sur la sollicitude du Roi. Nous savons d'expérience que Sa Majesté ne perd jamais de vue les besoins légitimes qui lui ont été signalés.

L'Académie n'a point oublié l'empressement avec lequel le Roi a pris en main l'intérêt des artistes, dans une circonstance que je me plais à rappeler.

De cette même place, il y a six ans, notre président d'alors, Louis Gallait, faisait parvenir la plainte de ses confrères jusqu'aux oreilles du Roi :

« Les artistes, disait-il, n'ont pas même obtenu qu'on » leur donnât un local convenable pour les expositions de » leurs œuvres. »

Votre Majesté a entendu cette plainte. Un édifice s'est élevé, malgré bien des obstacles que la persévérance royale a surmontés. Le monument sera digne de son origine et de l'objet auquel il répond. Il ouvrira ses portes aux œuvres de nos artistes lorsque le pays célébrera le cinquantième anniversaire de son indépendance.

— M. Soupart, au nom de l'Académie royale de médecine, s'exprime en ces termes :

SIRE, MADAME, ALTESSES ROYALES,

L'Académie royale de médecine, par mon organe, remercie Vos Augustes personnes d'être venues honorer de leur présence cette solennité inaugurale, et lui donner — ainsi revêtue du sceau royal — un caractère exceptionnel de la plus haute signification pour les deux compagnies savantes dont elle consacre l'union confraternelle.

SIRE,

La fondation, par le Roi, votre illustre et vénéré père, de l'Académie royale de médecine de Belgique, est un de ces actes qui signalent un progrès dans la vie d'une nation, un de ces actes qui, sous une apparente simplicité, concourent puissamment à glorifier un règne, car ils laissent derrière eux une trace lumineuse, une marque ineffaçable de la haute sollicitude du souverain pour la culture des sciences et, notamment, d'une science étroitement liée au bonheur du peuple par ses moyens d'action sur la santé publique.

Aujourd'hui, Sire, en prenant l'Académie de médecine sous Votre Royal patronage, en l'installant dans ce palais, Votre Majesté montre tout le prix qu'elle attache à son développement. Elle l'entoure d'un prestige qui exercera la plus salutaire influence sur ses travaux, et contribuera à étendre les bienfaits qui doivent en résulter pour l'humanité.

Pour mériter cet insigne honneur, l'Académie de médecine doit avoir rempli sa mission à la satisfaction du gouvernement de Votre Majesté ; elle doit avoir répondu à l'attente de son Fondateur.

Eh bien, qu'il nous soit permis de le dire, avec un sentiment de légitime orgueil : oui, Sire, l'Académie royale de médecine de Belgique, grâce au zèle et à l'activité de ses membres ; grâce à l'initiative et à la liberté d'action qui lui furent octroyées, et dont elle à largement usé ; grâce aussi à la direction qui lui fut imprimée par celui dont nous déplorons la perte récente, et qui s'est illustré en la présidant pendant une période de trente-deux années, l'Académie de médecine a su mériter l'estime et la considération du monde savant.

Aucune partie des sciences médicales n'est restée étrangère à ses investigations.

Consultée sur une foule de points qui intéressent la santé publique, elle a fait une étude consciencieuse de toutes les questions qui lui ont été soumises ; de plus, elle a pris l'initiative de beaucoup d'autres.

L'hygiène des ouvriers mineurs, — le travail des enfants dans les manufactures, — les falsifications des matières alimentaires et médicamenteuses, — la vente des objets contenant des substances toxiques ou nuisibles à la santé, — la police des décès et des inhumations, — la police sanitaire, — le travail des femmes dans les mines, — la prophylaxie des maladies épidémiques et contagieuses : tels sont, en fait d'hygiène publique qui, on le sait, est, de la part de Votre Majesté, l'objet de préoccupations constantes, les principaux points qui ont servi de thèmes à des discussions approfondies, où le gouvernement et la législature ont déjà puisé et pourront encore puiser d'utiles éléments au double point de vue social et humanitaire.

A ces travaux que l'on peut dire d'utilité publique, viennent se joindre des productions scientifiques d'une importance pratique incontestable et formant une sorte de monument, à l'édification duquel ont concouru tous les membres de la Compagnie chacun dans la sphère de sa spécialité.

La plupart de ces œuvres revêtent un cachet d'originalité qui mérite d'autant plus d'être signalé, qu'il réalise, en quelque sorte, une pensée toute nationale, développée par l'éminent Ministre qui attacha son nom à la fondation de notre Académie de médecine, et résumee dans ces paroles simples et éloquentes : *Être soi et demeurer soi,* prononcées dans la séance d'installation de la Compagnie par le savant et vénérable Fallot qui la présidait.

Peu d'entre nous ont été à même d'entendre cette sage et patriotique exhortation, et la plupart de ceux qui ont pu la recueillir pour nous la transmettre, après l'avoir mise eux-mêmes en pratique, ne sont plus. Qu'il nous soit permis, en ce moment solennel, de payer à leur mémoire un juste tribut de regrets et d'affirmer qu'ils ont bien mérité de la science et de l'humanité.

Les vides que leur mort a laissés dans nos rangs sont heureusement comblés par d'ardents et courageux pionniers chez lesquels le feu sacré de la science restera vivace.

L'Académie de médecine n'a pas borné son activité aux questions d'intérêt actuel. Remontant dans le passé, et cherchant, dans l'histoire de nos gloires nationales, des exemples à suivre, des modèles à imiter, elle s'est attachée à rehausser l'éclat qu'ont jeté, à diverses époques, sur la Belgique, les Vésale, les Van Helmont, les Palfyn, les

Verheyen, les Dodëns, les Vandenspiegel, les Rega, dont les écrits et les importantes découvertes ont fait l'admiration des savants.

Préoccupée aussi de l'avenir scientifique du pays, l'Académie de médecine étudie, en ce moment même, les moyens propres à améliorer, à perfectionner l'enseignement médical et à procurer de bons guides à la jeunesse studieuse, en provoquant parmi elle le goût de la carrière ardue du professorat.

Forts de ces antécédents, en présence de pareils éléments et de pareilles dispositions, nous pouvons, Sire, envisager sans crainte le sort de notre Académie royale de médecine, et dire avec assurance : *son passé répond de l'avenir*. Placée sous l'égide tutélaire de Votre Majesté, elle saura toujours se rendre digne de la sollicitude du gouvernement en justifiant de plus en plus la confiance du pays.

Sous l'empire de cette pensée de progrès et d'encouragement, c'est avec joie que nous nous livrons à l'espoir fondé que Vos Majestés et Vos Altesses Royales pourront, pendant de longues années, contempler d'un œil satisfait le chemin parcouru par l'Académie royale de médecine et par l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts, fraternellement unies dans un but commun : LE PROGRÈS SCIENTIFIQUE.

La musique exécute ensuite le premier des C'Sardas de V. Nemeth, *Rosza Bokor,* inscrits au programme.

— Après cette première partie de la séance, M. Maus, directeur de la classe des sciences, remplace M. Alvin au fauteuil de la présidence, et, s'excusant sur l'état de sa santé, il prie M. Liagre de donner lecture, en son nom, du discours suivant ·

SIRE, MADAME, ALTESSES ROYALES, MESSIEURS,

Je dois aux fonctions de directeur de l'une des classes de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts l'honneur de prendre la parole dans cette séance publique, à laquelle la présence de Leurs Majestés et de Leurs Altesses royales, et l'installation de deux corps savants dans un palais princier, donnent une solennité exceptionnelle.

Je me propose d'attirer votre attention sur l'utilité pratique des sciences mathématiques, physiques et naturelles, dont l'ensemble compose le programme des études de la classe qui a bien voulu m'associer à ses travaux.

En faisant connaître la composition de l'écorce solide de la planète que nous habitons; en expliquant les phénomènes qui se produisent à sa surface, et les effets de la force mystérieuse qui règle le cours des astres, ces sciences ont donné aux hommes les moyens d'extraire les métaux pour les transformer en instruments de travail, de se diriger sur la mer et d'aborder à tous les continents; enfin de faire concourir des forces naturelles considérables à l'exécution de ces grands travaux, dont notre siècle s'enorgueillit, et qui marqueront une époque brillante dans l'histoire de l'humanité.

Un simple coup d'œil, jeté sur les principales applications des sciences mathématiques, physiques et naturelles, justifiera cette assertion.

La chimie a déterminé les éléments des corps composés, qui abondent dans la nature, et fourni la base de tous les procédés que l'industrie emploie, pour extraire du sol les matières premières et leur donner la composition et la forme qui les rendent utiles.

Je signalerai la production économique du fer et de l'acier, employés à construire les machines, les rails, les navires, les ponts, les charpentes des édifices et des maisons.

Je citerai ces lentilles qui permettent aux astronomes de sonder les profondeurs de l'espace, et aux naturalistes de rechercher les êtres microscopiques qui compromettent notre santé, et le moyen d'empêcher leur développement.

On doit à la chimie ces corps impressionnables à l'action de la lumière, qui reproduisent instantanément et plus exactement que ne pourrait le faire le dessinateur le plus habile, les chefs-d'œuvre de l'art, les objets d'une grande délicatesse et les phénomènes fugitifs qui intéressent le naturaliste et l'astronome.

Les procédés chimiques perfectionnés sont mis en œuvre pour former, avec les métaux les plus inaltérables, ces règles qui donneront, avec une extrême précision, la même unité linéaire, à toutes les nations qui doivent concourir à déterminer la mesure et la forme du globe terrestre.

La connaissance du cours des astres est nécessaire pour indiquer sur les cartes la position des continents entourés par la mer, et annoncer, longtemps d'avance, les heures de marée haute, qui permettent aux navires d'entrer dans les ports de l'Océan.

L'observation du ciel, complétant les indications de la boussole, donne au navigateur le moyen de figurer sur la carte les positions successivement occupées par son navire, d'éviter les écueils et d'arriver à destination.

Un accident, survenu pendant la pose du câble transatlantique, a mis en évidence l'exactitude des calculs astronomiques. Le câble, enroulé dans le navire, se dévidait et s'étendait sur le fond de la mer, lorsque, arrivé au milieu de la traversée, il se rompt; après quelques tentatives pour ressaisir l'extrémité de la partie noyée, on a dû y renoncer et, après avoir déterminé la longitude et la latitude du lieu de l'accident, retourner au port chercher des grappins. L'année suivante, le navire était ramené à l'endroit indiqué, on repêchait le bout du câble à la profondeur de 4,000 mètres, et l'on terminait heureusement cette hardie entreprise.

Quoique les physiciens ne connaissent que bien imparfaitement encore toutes les propriétés de l'électricité et du magnétisme, ils ont cependant déjà indiqué les moyens de soustraire les édifices et les navires aux ravages de la foudre, et de transmettre à des distances prodigieuses avec une vitesse qui ferait le tour du globe en moins d'un dixième de minute, nos correspondances et bientôt nos conversations.

Cette transmission rapide est particulièrement utile pour assurer le service des chemins de fer, pour réclamer contre l'incendie, des secours d'autant plus efficaces qu'ils sont plus prompts, avertir les populations menacées d'une inondation, et les navigateurs de l'arrivée d'un cyclone.

L'emploi du télégraphe électrique, pour faire ouvrir simultanément toutes les retenues d'une rivière canalisée, chaque fois qu'il survient une crue, et les refermer aussitôt qu'elle cesse, rend les débordements moins fréquents et moins désastreux.

Les courants électriques produisent une lumière très-vive déjà utilisée pour l'éclairage de phares et de grands ateliers.

Ces courants appliqués à des électro-aimants produisent une force motrice, dont l'emploi se généralisera aussitôt que les courants électriques seront obtenus par des procédés chimiques peu coûteux. On pourrait provisoirement les produire à l'aide de machines hydrauliques et les transmettre dans les villes voisines par les fils télégraphiques.

L'étude des lois qui régissent le règne végétal et le règne animal, permet au naturaliste de donner d'utiles conseils en indiquant, soit les plantes les plus productives qui supportent notre climat, soit les espèces d'animaux qui conviennent le mieux à leurs diverses destinations.

Les nombreuses assises du sol, que la végétation couvre d'un manteau de verdure, portent les traces de grands bouleversements : à des couches verticales succèdent des couches horizontales; certaines roches renferment des cailloux roulés, qui ont appartenu à des roches déposées avant celles qui les contiennent aujourd'hui, les roches ont des compositions différentes, les débris fossiles d'animaux et de végétaux abondent dans certaines d'entre elles tandis qu'ils font complétement défaut dans d'autres.

En classant les roches d'après leurs caractères, leur position relative et les fossiles qu'elles contiennent, le géologue a pu rapporter leur formation à plusieurs périodes distinctes, reconnaître les substances utiles, particulières à chacune d'elles, épargner par ses conseils des recherches dispendieuses dans des roches stériles, et guider le mineur dans ses pénibles travaux.

Le calcul mathématique a perfectionné les machines hydrauliques et augmenté la force motrice que les chutes des ruisseaux et rivières procurent presque sans frais à de nombreuses usines.

Après avoir démontré que l'ascension du mercure dans un tube privé d'air, et de l'eau dans les pompes aspirantes, était due à la pression que l'atmosphère exerce sur tous les corps terrestres et constaté par des expériences publiques l'énergie de cette pression, qui, exprimée en mesures modernes, équivaut à 10,000 kil. par mètre carré, les physiciens du XVII^e^ siècle ont cherché à obtenir de leur découverte une nouvelle force motrice.

Parmi un grand nombre d'essais infructueux, une machine employée à extraire l'eau d'une mine de houille, obtint un succès durable.

Cette machine, composée d'un cylindre et d'un piston, faisait mouvoir les pompes du puits par l'intermédiaire d'un balancier.

Le dessus du piston était constamment soumis à la pression de l'atmosphère, et le dessous à l'action de la vapeur, qui équilibrait la pression atmosphérique, lorsque le cylindre communiquait avec la chaudière, tandis qu'elle se condensait et formait le vide dans le cylindre, quand la communication avec la chaudière était interrompue.

Il suffisait donc d'établir et d'intercepter la communication entre la chaudière et le cylindre, pour élever et abaisser le piston, et faire manœuvrer les pompes.

Cette machine qui procurait une nouvelle force motrice au moyen d'un combustible minéral, fourni par d'immenses dépôts souterrains, a excité un intérêt universel.

Un modèle, qui servait à la faire connaître aux élèves d'un cours de physique, devint le sujet d'études et d'expériences qui ont introduit dans la machine plusieurs perfectionnements importants :

La vapeur, au lieu d'être condensée dans le cylindre par l'introduction d'un jet d'eau froide, a été envoyée dans un appareil spécial appelé condenseur, et le cylindre a pu conserver une température élevée.

Le dessus du cylindre ayant reçu un couvercle, la vapeur sortant de la chaudière a remplacé la pression atmosphérique et fait alternativement monter et descendre le piston.

Le mouvement alternatif a été transformé en mouvement circulaire.

En interrompant l'introduction de la vapeur dans le cylindre, avant que le piston ait atteint l'extrémité de sa course, on a utilisé l'action de la détente de la vapeur et augmenté son effet utile.

Enfin la forme et la résistance données aux chaudières ont permis de porter la tension de la vapeur à plusieurs atmosphères.

Ces divers perfectionnements ont réduit la consommation du combustible, au point qu'un même poids de houille produit aujourd'hui environ huit fois autant de travail que primitivement.

La haute pression a permis de supprimer la condensation, lorsque l'on ne disposait pas d'un volume d'eau suffisant, ou qu'il était nécessaire de réduire le poids de la machine.

Il est bien remarquable que les philosophes, ou savants de l'antiquité, qui nous ont transmis l'Éolypile, appareil mû par la vapeur, n'aient pas eu la pensée d'utiliser cette force et inventé la machine à vapeur dix-huit siècles plus tôt.

Ce long retard se comprend, lorsqu'on sait que les hommes de génie de cette époque reculée étudiaient la nature à un point de vue philosophique, et n'appliquaient pas aux phénomènes physiques le calcul mathématique, qui seul en donne une connaissance précise et complète.

Quoi qu'il en soit, la machine à vapeur recevait de nombreuses applications à mesure qu'elle consommait moins de combustible, et que sa construction, mieux appropriée à ses diverses destinations, devenait plus parfaite.

Aujourd'hui, elle extrait la houille à une profondeur qu'elle seule peut atteindre, forge les plus grosses pièces de fer qui entrent dans la composition de ces puissantes machines, dont la force égale et parfois dépasse celle de 1,000 chevaux. Elle lamine avec une célérité remarquable les rails des chemins de fer et fournit la force motrice à des myriades d'usines et d'ateliers.

Installée sur les navires, elle réduit à douze jours la traversée de l'Océan. Enfin transformée en locomotive remorquant les waggons des chemins de fer, elle exécute les transports avec rapidité et économie, deux conditions inconciliables sur les autres voies de communication.

La locomotive remorque les marchandises avec une vitesse plus grande que les anciens services de poste les mieux organisés.

Les trains rapides parcourant de 80 à 100 kilomètres à l'heure, dépassent la vitesse du vent pendant la tempête, bien supérieure à la vitesse idéale du poëte latin, Ocior Euro.

L'économie est le résultat de la puissance de la locomotive qui entraîne une longue file de voitures, les marchandises transportées avec célérité arrivent au moment opportun.

La locomotive et le bateau à vapeur peuvent faire affluer en temps utile, dans un pays dont la récolte a manqué, des denrées alimentaires amenées de contrées lointaines, en quantités assez considérables pour préserver la population des calamités d'une famine.

Les nombreux avantages des chemins de fer desservis par locomotives ont engagé toutes les nations à en construire, et déjà ils relient les principales villes des continents de l'ancien et du nouveau monde.

En se développant dans toutes les directions, les chemins de fer ont rencontré des obstacles considérés jusqu'alors comme insurmontables, de larges fleuves, des bras de mer à traverser, de hautes montagnes à percer.

La physique a indiqué l'emploi de l'air comprimé pour descendre à une grande profondeur sous l'eau, et fonder sur un terrain solide les nombreuses piles de ponts d'une longueur inusitée.

Le calcul mathématique a déterminé la forme et les dimensions de ces poutres en fer, à la fois légères et solides posées sur des piles laissant entre elles un intervalle qui dépasse souvent 150 mètres.

La proposition de percer le Mont Cénis par un procédé mécanique, utilisant la force des torrents qui roulent au pied des deux versants, a été présentée en août 1845 Les travaux ont été commencés en août 1857.

Les mineurs partis des deux extrémitées opposées, et guidés par un tracé géométrique, se sont rencontrés le 26 décembre 1870 dans la montagne dont la cime disparaît dans les nuages; et le 17 septembre 1871 la locomotive traversait le tunnel de 12 kilomètres, qui ouvre un chemin facile vers le pays du soleil et des arts.

On croirait, en voyant les nombreux et féconds résultats obtenus par l'application des sciences mathématiques, physiques et naturelles, qu'ils ont été accueillis avec faveur, si l'on ne savait que toute idée neuve rencontre des opinions arrêtées, et contrarie des intérêts qui suscitent des oppositions persistantes.

Si les mêmes épreuves ne peuvent être épargnées aux améliorations futures, il faut du moins chercher à en abréger la durée.

Depuis plusieurs années, on discute les moyens qui doivent être préférés pour fournir aux centres de population une abondante distribution d'eau, afin d'éloigner promptement toute matière susceptible de corrompre l'air que l'on respire dans les villes, et pour épurer les eaux corrompues qui ne peuvent, sans grave inconvénient, s'écouler dans les rivières.

Permettez-moi d'exposer très-brièvement la manière la plus naturelle, qui est aussi la plus simple et la plus économique, de résoudre ces deux problèmes qui intéressent la santé de nous tous.

L'eau est très-abondante dans la nature, elle couvre les trois quarts de la surface du globe, elle constitue cette immense plaine liquide qui s'étend d'un pôle à l'autre et dans laquelle le continent américain forme une île.

Soumise à une température très-basse aux pôles et très-élevée à l'équateur, l'eau éprouve des variations de densité qui déterminent des courants, superficiels et chauds allant de l'équateur vers les pôles, et sous-marins d'eau froide des pôles vers l'équateur.

Ces courants tempèrent la rigueur du froid des régions polaires, et modèrent l'évaporation sous la zone torride.

La vapeur, fournie par l'évaporation des eaux de la mer et des terres humides chauffées par le soleil, s'élève dans l'air et forme les nuages qui circulent dans l'atmosphère au gré des vents.

Lorsqu'un nuage est refroidi par un vent du nord, ou par le contact du sommet glacé des hautes montagnes, il se transforme en pluie ou en neige qui tombe sur le sol.

Une partie de l'eau de la pluie et de la neige fondue coule à la surface, et l'autre pénètre dans les terrains perméables jusqu'à la rencontre d'une couche imperméable.

L'eau ainsi retenue remplit les pores du terrain perméable, et monte jusqu'au niveau qui lui procure une issue dans une vallée voisine et forme une source.

Les eaux des sources, des pluies et des neiges fondues forment les ruisseaux, les rivières et les fleuves qui rendent à la mer toute l'eau que l'évaporation lui avait enlevée.

La mer peut ainsi continuer à fournir la vapeur aux nuages qui, transformés en pluie ou en neige, alimenteront indéfiniment les fontaines, les ruisseaux et les fleuves.

Les sources ont un débit plus régulier que les pluies qui les alimentent, parce que l'eau qui pénètre dans le sol ne coule pas librement, mais suinte à travers les pores du terrain perméable, chemine lentement et n'arrive à la source que longtemps après la chute de la pluie; l'eau ainsi retenue dans la terre rend l'écoulement de la source d'autant plus régulier qu'elle est fournie par une plus grande étendue de terrain perméable.

On donne ordinairement le nom de *nappe souterraine* au volume d'eau qui remplit les pores du sol perméable, et constitue le réservoir des sources.

J'emploierai cette expression, mais en priant de remarquer qu'elle s'applique à un volume dont la surface n'est pas horizontale, comme celle d'un étang, mais présente une inclinaison d'autant plus grande, que le terrain est moins perméable et oppose plus de difficulté à son écoulement vers la source.

L'existence de ces nappes souterraines, dans le sol perméable qui constitue la très-grande partie du territoire de la Belgique, est attestée par cette multitude de puits que les habitants creusent près de leurs maisons, et qui leur procurent l'eau dont ils ont besoin.

Le niveau auquel l'eau se maintient au fond de ces puits indique la surface de la nappe souterraine dans laquelle ils ont pénétré.

En comparant le niveau de l'eau au fond de tous les puits d'une région, il est facile de déterminer la surface de la nappe souterraine qui s'étend sous le sol.

La quantité d'eau fournie par les pluies et les neiges pendant une année est, en moyenne, d'après les indications de l'Observatoire de Bruxelles, équivalente à 7,000 mètres cubes par hectare.

Cette quantité se partage, comme il vient d'être dit, en deux portions : l'une coulant à la surface, l'autre pénétrant dans la terre.

D'après les observations faites dans plusieurs localités, et notamment dans la province du Brabant, la quantité d'eau qui alimente les nappes souterraines, équivaut à peu près à 20 ou 25 °/₀ du volume total d'eau tombée, soit de 1,400 à 1,750 mètres cubes par année et par hectare, ou de 3 à 5 mètres cubes, en moyenne, par jour et par hectare.

L'eau des nappes souterraines est généralement préférée par les habitants, parce qu'elle est limpide et possède une température constante; sa bonne qualité est attestée par la bonne santé dont jouissent les personnes qui en font usage.

Il semble donc bien naturel de puiser, dans les nappes souterraines qui alimentent, d'une manière satisfaisante, la plus grande partie de la population, l'eau nécessaire aux villes.

Le moyen est simple et peu coûteux, il consiste à ouvrir dans le terrain aquifère, à un niveau notablement inférieur à la surface de la nappe souterraine, une galerie à peu près horizontale, munie d'un revêtement en maçonnerie, dans lequel on a soin de ménager, au niveau du radier, un grand nombre d'ouvertures destinées à laisser affluer l'eau dans la galerie, dont l'orifice deviendra une véritable source artificielle, débitant la même eau que les sources naturelles et les puits du voisinage.

La surface de la nappe souterraine s'abaisse à mesure que l'eau s'écoule par la galerie, et prend la forme d'une vallée dont le fond est occupé par la galerie.

La largeur de cette vallée, ou la distance entre les sommets de ses deux versants, peut être déduite de leur inclinaison qui différera peu de l'inclinaison de la nappe vers la source voisine.

Multipliant cette largeur par la longueur de la galerie, on connaîtra le nombre d'hectares de terrain perméable qui recouvre notre vallée souterraine et, par suite, le nombre de mètres cubes d'eau qui pénétreront dans la galerie et s'échapperont par son orifice.

Les galeries pour alimenter les villes ont déjà été employées avec succès :

Elles amènent à Liége l'eau qui pénètre dans les terrains du plateau de la rive gauche de la Meuse.

Des galeries creusées sous le bois de la Cambre, et sous une petite partie de la forêt de Soignes, fournissent par jour un supplément de 8,000 mètres cubes d'eau qui permet, maintenant, de satisfaire aux demandes des habitants et d'assurer les services publics de Bruxelles.

Monceau-sur-Sambre reçoit, d'une galerie, 2,500 mètres cubes par jour. Charleroi fait étudier un projet de galerie destiné à remplacer l'eau puisée aujourd'hui dans la Sambre, par l'eau d'une nappe souterraine.

La ville d'Amsterdam est alimentée par l'eau recueillie dans les dunes voisines de Harlem.

Les villes qui auront besoin d'eau la chercheront bientôt dans les nappes souterraines des plateaux les plus rapprochés de leur territoire, et n'hésiteront pas plus à percer une galerie que les particuliers à creuser un puits.

L'eau distribuée aux habitants des villes sert à entraîner toutes les substances organiques inutiles ou nuisibles, dans la canalisation souterraine des maisons et des rues, pour aboutir au collecteur destiné à les éloigner de la ville.

Les matières ainsi emportées forment un excellent engrais, qui a créé et entretient la fertilité de nos provinces voisines de la mer dont le sol, composé en grande partie de sable, était naturellement aride.

Les engrais des villes sont transportés sur les champs où ils sont délayés dans de l'eau, et le mélange est étendu sur le terrain cultivé.

Ce mélange contient les mêmes substances que l'eau du collecteur de Bruxelles, laquelle peut en conséquence fertiliser les terres cultivées.

L'eau du collecteur, en contact avec les racines des plantes et le terrain qu'elle traverse, s'épure et sort limpide lorsqu'elle s'échappe du terrain irrigé, comme j'ai eu l'occasion de le constater à Croydon et à Gennevilliers, en buvant un verre de cette eau qui ne décelait aucune trace de son origine.

On purifiera donc l'eau du collecteur de Bruxelles en la répandant sur une grande étendue de terrain cultivé, au moyen d'une galerie maçonnée qui sera munie de vannes, destinées à distribuer l'eau qu'elle contient sur les terrains situés à droite et à gauche de son parcours.

La ville de Bruxelles donne un commencement d'exécution à ce système.

Une machine à vapeur, installée à l'extrémité du collecteur, élèvera l'eau sur le plateau du versant de la rive droite de la Senne, pour servir à l'irrigation d'un sol aride composé de sable, qui rappelle le sol primitif d'une partie des provinces d'Anvers et des Flandres, ce terrain deviendra fertile, aussitôt qu'il recevra à la fois l'eau et l'engrais qui lui ont manqué jusqu'à présent.

En distribuant l'eau du collecteur, gratuitement pendant les premières années et en n'exigeant ensuite qu'un prix inférieur à la valeur de l'engrais qu'elle contient, la ville de Bruxelles fera concourir l'intérêt privé d'un grand nombre de cultivateurs au développement des irrigations qui tripleront le produit des terres.

Il n'est pas douteux qu'en peu d'années l'irrigation s'étendra sur des milliers d'hectares : comprenant des prairies, des champs, et des jardins potagers qui, arrosés en diverses saisons, absorberont tout le débit du collecteur.

L'eau pure des nappes souterraines et les irrigations agricoles donnent la solution des deux problèmes : d'assainir les villes et de fertiliser les campagnes.

Ces résultats obtenus par l'application de lois que les sciences mathématiques, physiques et naturelles ont fait connaître, donneront à ces sciences de nouveaux titres à la reconnaissance du monde civilisé.

Après l'exécution du second des C'Sardas de V. Nemeth, M. Liagre communique de la manière suivante le résultat des derniers concours et des élections de la classe des sciences.

RÉSULTATS DU CONCOURS ANNUEL POUR 1877.

Un mémoire portant pour devise : *Trop souvent l'esprit avide de généralisations, etc.* (J. Decaisne), avait été envoyé en réponse à la sixième question :

On demande l'étude du cycle d'évolution d'un groupe de la classe des Algues.

La classe, après avoir entendu la lecture des rapports des commissaires, a décerné à ce travail la médaille d'or du prix de *six cents francs.*

L'ouverture du billet cacheté a fait connaître comme auteur M. J. Rostafinski, membre correspondant de l'Académie des sciences de Cracovie, à Cracovie.

Un mémoire portant pour devise : *Aliud ex alio reficit natura, nec ullam*, *etc* (Lucrèce), avait eté envoyé en réponse à la troisième question :

On demande de nouvelles recherches pour établir la composition et les rapports mutuels des substances albuminoïdes.

Adoptant les conclusions de ses commissaires, la classe n'a pas jugé pouvoir décerner le prix au mémoire en question, pour les motifs suivants :

1° Les principales données du travail ont déjà été publiées ;

2° L'auteur s'est fait connaître, bien qu'indirectement ;

3° Le mémoire, quoiqu'il soit une œuvre considérable et certainement très-remarquable, ne résout pas la question posée par l'Académie.

RÉSULTATS DE LA SIXIÈME PÉRIODE DU CONCOURS QUINQUENNAL DES SCIENCES NATURELLES.

Sa Majesté, sur la proposition de M. le Ministre de l'Intérier, faite conformément au rapport du jury chargé de juger la sixième période du concours quinquennal des sciences naturelles, a décerné le prix de cinq mille francs à M. Édouard Van Beneden, professeur à l'Université de Liége.

M. le secrétaire perpétuel ajoute à cette proclamation les paroles suivantes :

L'Académie, dont j'ai l'honneur d'être ici l'interprète, félicite chaleureusement le jeune professeur, qu'elle est heureuse de compter parmi ses membres. Elle est heureuse également de voir le fils marcher dignement sur les traces de son illustre père.

Ces paroles sont accueillies par des applaudissements.

ÉLECTIONS.

La classe a eu le regret de perdre, pendant le courant de l'année, quatre de ses associés : M. Ulysse Le Verrier, appartenant à la section des sciences mathématiques et physiques, et MM. Ernest von Baer, Auguste Bellynck et Parlatore, de la section des sciences naturelles.

Elle a appelé, par ses suffrages, à la première place, M. W. Weber, professeur à l'Université de Göttingue et, aux trois autres, MM. Daubrée, membre de l'Institut de France, à Paris ; Albert Kölliker, professeur à l'Université de Würtzbourg, et le comte G. de Saporta, correspondant de l'Institut de France, à Aix (Savoie).

M. Walthère Spring, professeur à l'Université de Liége, a été élu correspondant de la section des sciences mathématiques et physiques, et M. J. Delbœuf, professeur à la même Université, a été élu correspondant de la section des sciences naturelles.

M. Thiernesse a donné ensuite les résultats du dernier concours et des élections de l'Académie royale de médecine.

BANQUET D'INSTALLATION DES ACADÉMIES.

Le samedi 15 décembre a eu lieu, à 5 heures et demie, au Grand-Hôtel, Boulevard Central, le banquet d'installation de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts et de l'Académie royale de médecine de Belgique.

La grande salle, brillamment décorée et éclairée, avait été disposée de manière à comprendre, en cinq grandes tables, les cent huit convives qui ont pris part à cette fête.

La table d'honneur, occupant le milieu, était présidée par M. Alvin, président de l'Académie royale de Belgique, qui avait à sa droite M. Delcour, Ministre de l'Intérieur, M. Maus, directeur de la classe des sciences, et M. Lavallée, inspecteur général, chef de service des bâtiments civils de l'État; à sa gauche, M. Bellefroid, secrétaire général du Ministère de l'Intérieur, M. Hairion, premier vice-président de l'Académie de médecine, M. Liagre, secrétaire perpétuel de l'Académie de Belgique. Vis-à-vis, M. Soupart, président de l'Académie de médecine, avait à sa droite M. Beernaert, Ministre des Travaux publics, et M. Alphonse Wauters, directeur de la classe des lettres; à sa gauche, M. Vergote, directeur général au Ministère de l'intérieur, M. Chandelon, second vice-président de l'Académie de médecine, M. Thiernesse, secrétaire de l'Académie de médecine, et M. Lequime, commissaire du banquet pour ce même corps savant. M. Edmond Marchal, secrétaire adjoint de l'Académie de Belgique, avait été placé à la même table, en sa qualité de secrétaire de la Commission mixte d'installation.

D'après les dispositions prises par la dite Commission, la table d'honneur avait été arrangée de manière à y mettre les invités ainsi que les membres des bureaux des deux Académies. Les autres membres des deux corps savants avaient été libres de se placer selon leur spréférences.

Au dessert, M. Alvin a prononcé en ces termes le toast au Roi :

« Chers confrères,

» Je vous propose la santé du Roi, notre Auguste Protecteur.

» Et je comprends dans ce toast toute la Famille royale.

» C'est boire, en même temps, au bonheur et à la prospérité de la Belgique.

» Depuis un demi-siècle bientôt, ne nous sommes-nous pas accoutumés à confondre dans un même amour la Patrie et la Dynastie.

» Je n'ai pas dessein de vous faire un long discours; il faudrait, en effet, trop de paroles si je voulais énumérer tous les titres du Roi à notre reconnaissance.

» Mais, pour exprimer nos sentiments, il suffit de trois mots : vous les répéterez avec moi : *Vive le Roi.* »

Une triple salve d'applaudissements a accueilli ce toast qui a été transmis à l'instant même à Sa Majesté.

Le Roi a fait écrire du palais de Bruxelles le 17, par son secrétaire, M. Jules Devaux, la réponse suivante :

« MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» Le Roi a eu connaissance du toast que vous lui avez porté le 15 de ce mois au banquet d'installation des Académies.

» Sa Majesté me charge de vous dire combien Elle a été sensible aux sentiments que vous avez exprimés. Ce n'est pas d'hier qu'Elle les connaît et Elle vous en remercie sincèrement. Sa Majesté serait heureuse de remercier par votre organe tous ceux qui, dans la fête du 15, ont acclamé son nom. »

M. le Ministre de l'Intérieur s'est levé ensuite pour boire à la santé des Académies.

Voici comment il s'est exprimé :

« Messieurs,

» A ce banquet, où se trouvent associées pour la première fois nos deux grandes compagnies savantes, je suis heureux de porter un toast qui, en rappelant leur passé, fécond en travaux utiles, présage un avenir plein de promesses.

» L'importance d'un pays ne se manifeste pas seulement par le progrès de l'industrie et du commerce, elle s'affirme surtout par le développement scientifique, littéraire et artistique résultant de l'intelligente activité de la nation.

» La Belgique, depuis 1830 surtout, n'a cessé de marcher avec succès dans une voie féconde et l'impulsion de ses Académies n'a pas peu contribué à lui assigner le rang distingué qu'elle occupe en Europe.

» L'Académie royale des sciences, des lettres et des arts qui à son origine n'était qu'une société littéraire bien modeste, a grandi successivement, avec le concours sympathique des pouvoirs publics. Fondée par Marie-Thérèse, comme Académie royale et impériale, elle fut réorganisée en 1816, sous le titre d'Académie royale des sciences et des lettres et complétée en 1845, par l'adjonction de la classe des beaux-arts; dans ses travaux elle embrasse donc aujourd'hui le champ tout entier de la science, de la littérature et de l'art.

» Lorsque nous avons célébré en 1872 le centième anniversaire de sa fondation, les voix les plus autorisées ont rappelé dans un magnifique langage les services nombreux rendus par l'Académie de Belgique. Je ne pourrais rien ajouter à ces témoignages élogieux, si ce n'est que l'Académie continue à remplir consciencieusement sa noble mission. Oui! elle est digne du haut rang qu'elle occupe parmi les sociétés savantes de l'Europe.

» L'Académie royale de médecine, née plus récemment, n'a pas eu à subir les vicissitudes qui ont marqué la carrière de l'Académie de Belgique. Sa mission n'est pas seulement scientifique, comme le disait le Ministre éminent (1) qui a présidé à son installation; l'Académie royale de médecine est appelée à éclairer le Gouvernement sur les nombreuses question que soulève l'hygiène publique; elle fait, en quelque sorte, partie de l'administration du pays.

» Si je parcours les publications de ses membres, celles que par ses concours elle a suscitées dans le corps médical, je constate, avec une vive satisfaction, qu'elle peut se placer avec honneur à côté de sa sœur aînée.

» Dans l'ordre administratif, elle n'a pas été moins dévouée à l'accomplissement de sa mission. Bien des questions touchant à l'organisation de l'enseignement médical et aux intérêts de l'hygiène publique ont fait l'objet de ses délibérations. L'Académie a été ainsi pour l'administration un auxiliaire éminemment utile et jamais le Gouvernement n'a fait en vain appel à ses lumières.

» En buvant à l'avenir et à la prospérité de nos Académies, nous buvons aussi, Messieurs, au développement et au progrès des lettres, des sciences et des arts dans notre chère patrie. »

Les applaudissements les plus chaleureux ont accueilli ces paroles, auxquelles M. Soupart s'est empressé de répondre de la manière suivante :

---

(1) M. Nothomb.

« Messieurs,

» J'ai l'honneur de porter un toast à MM. les Ministres de l'Intérieur et des Travaux publics.

» Leur présence ici, l'empressement courtois qu'ils ont mis à répondre à notre invitation et à venir s'asseoir au milieu de nous témoignent assez de leur sympathie et de leur sollicitude pour les deux corps savants qui représentent les sciences, les lettres et les beaux-arts dans notre pays.

» A eux l'honneur d'avoir, sous les auspices de notre bien-aimé Roi, assigné comme temple de la science, le palais dont nous fêtons aujourd'hui l'inauguration.

» A eux aussi l'honneur de stimuler parmi nous le zèle scientifique, comme vient de le faire M. le Ministre de l'Intérieur par des paroles si élogieuses à notre adresse.

» Au nom des deux Académies ici réunies et se donnant fraternellement la main, je remercie MM. les Ministres Delcour et Beernaert de leur bienveillance et de leur sollicitude envers elles.

» En leur adressant ce toast de félicitations et de reconnaissance, qu'il me soit permis d'associer à leurs noms celui du Ministre M. J.-B. Nothomb qui, comme j'ai eu l'honneur de le rappeler tantôt, a proposé au Roi Léopold I^er^ l'arrêté de fondation de l'Académie royale de médecine et dont le souvenir nous est cher.

» Veuillez donc, Messieurs, vous unir à moi en buvant à nos protecteurs MM. les Ministres Delcour, Beernaert et Nothomb. »

M. Beernaert, Ministre des Travaux publics, a remercié les Académies, tant au nom de son collègue qu'au sien, en s'exprimant à peu près en ces termes :

« Il y a quelques heures (1) mon honorable collègue, M. le Ministre de l'Intérieur, vous disait avec raison qu'à aucune époque, en Belgique, le Gouvernement n'a négligé ses devoirs envers les sciences, les lettres et les arts.

» Nous n'avons donc droit à aucun remercîment spécial pour ce que nous avons pu faire de bon et d'utile dans le cours de ces dernières années; nous n'avons fait que remplir notre devoir et permettez-moi d'ajouter que quand nous nous sommes occupés des Académies, c'était le plus agréable et le plus cher de nos devoirs.

» C'est nous, Messieurs, qui sommes et qui devons vous être profondément reconnaissants et pour votre accueil si cordial et pour les choses aimables que M. Soupart a bien voulu nous dire en votre nom et pour l'honneur que nous font les Académies, en nous admettant aujourd'hui dans leur sein, dans une occasion où nous pouvons — pour une fois au moins — sans infériorité, participer à leurs travaux. Merci donc, Messieurs, et merci de grand cœur.

» Et maintenant, permettez-moi de proposer un toast à mon tour, en reprenant celui que portait tout à l'heure mon collègue.

» Il a dit ce qu'a été et ce qu'est l'Académie; c'est presque l'histoire du pays.

» Quand on se reporte aux temps qui ont précédé la date bénie à laquelle remonte notre existence nationale, on peut dire que tout ou presque tout était à faire ou à refaire.

---

(1) Pendant la séance solennelle d'installation.

» Nos anciens monuments, témoins des grands jours d'autrefois, étaient délabrés ou en ruine et les derniers siècles n'en avaient point construit; les collections successivement formées en Belgique avaient pris le chemin de l'étranger, de Madrid, de Vienne, de Dusseldorf et les rapines de la dernière invasion n'avaient été qu'imparfaitement réparées; en fait d'artistes on en était réduit à admirer Lens et Paelinck ; l'état des lettres et des sciences n'était guère plus brillant et l'Académie — unique alors — faisait peu parler d'elle.

» Dès aujourd'hui, Messieurs, la Belgique peut se faire honneur des progrès accomplis. Disons-le sans flatterie, depuis notre régénération politique, nous avons fait un bond prodigieux.

» Par l'importance de ses affaires, la Belgique dépasse de grands pays, l'Italie, l'Autriche, la Russie ; dans l'ordre des choses intellectuelles, quel est le pays — parmi les plus grands aussi — qui ne serait pas fier de la couronne d'illustrations de tout genre que cette table réunit? Quel est le savant étranger qui n'aspire à l'honneur d'être affilié à vos compagnies?

» Eh bien, Messieurs, cette situation brillante, presque privilégiée, ne doit être pour tous qu'une excitation à faire plus et mieux, de manière à augmenter encore le renom et la splendeur de notre chère patrie.

» Beaucoup de choses ont été faites, mais il en reste beaucoup à faire. Il faut les faire! Plus heureux que d'autres, nous pouvons y consacrer les ressources d'une paix féconde. La Belgique doit grandir encore.

» Le Gouvernement le comprend, Messieurs, et vous pouvez compter sur son concours comme il compte sur le vôtre.

» Buvons, Messieurs, buvons ensemble à l'avenir du pays, à son développement, à ses progrès. »

La fête était terminée à dix heures.

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Bemmel (*Eug. Van*). — De la langue et de la poésie provençales. Bruxelles, 1846; pet. in-8°.

Bemmel (*Eug. Van*) et *Gravrand* (*F.*). — Voyage à travers champs. Bruxelles, 1849; in-12.

Thyes (*Félix*) et *Bemmel* (*Eug. Van*). — Marc Bruno, profil d'artiste. Bruxelles, 1855; vol. in-12.

Bemmel (*Eug. Van*). — Notice sur « l'harmonie des passions humaines » fronton du grand Théâtre à Bruxelles, par M. Eug. Simonis. Bruxelles, 1854; br. in-12 oblong.

Bemmel (*E. Van*). — Notice sur le baron de Stassart. Bruxelles, 1856; extr. in-4°.

— Introduction à l'histoire de la littérature française. Bruxelles, 1866; extrait pet. in-8°.

— Histoire de Saint-Josse-ten-Noode et de Schaerbeek. Saint-Josse-ten-Noode, 1869; vol. pet. in-8°.

Boileau. — OEuvres poétiques, édition classique collationnée sur les meilleures textes avec des notes, par Van Bemmel et Gravrand. Mons, 1869; vol. in-8°.

Bemmel (*E. Van*). — Discours d'ouverture prononcé en séance publique de l'Université libre de Bruxelles, le 9 octobre 1871. Bruxelles, 1871; br. in-8°.

— Discours d'ouverture prononcé en séance publique de l'Université de Bruxelles, le 14 octobre 1872. Bruxelles, 1872; br. in-8°.

— Dom Placide. Mémoires du dernier moine de l'abbaye de Villers. Bruxelles, 1875; vol. pet. in-8°.

— Rapport du jury chargé de décerner le prix décennal de littérature française pour la période de 1853-1862. Bruxelles, 1863; extr. in-8°.

— Rapport du jury chargé de décerner le prix quinquennal de littérature française pour la période de 1868-1872. Bruxelles, 1873; extrait in-8°.

— Guide de l'excursionniste, 6^e^ édition. Bruxelles, 1876; vol. in-18.

— Patria Belgica, encyclopédie nationale ou exposé méthodique de toutes les connaissances relatives à la Belgique, 1^re^ partie : Belgique physique; 2^me^ partie : Belgique politique et sociale; 3^me^ partie : Belgique morale et intellectuelle. Bruxelles, 1873-75; 3 vol. in-8°.

Cornet. — Notice sur le bassin houiller limbourgeois. Liége, 1877; br. in-8°.

Cornet et *Briart.* — Sur le relief du sol en Belgique après les temps paléozoïques. Liége, 1877; in-8°.

Kervyn de Lettenhove (*le baron*). — OEuvres de Froissart, chroniques, tome XXIII, 2^de^ partie. Bruxelles, 1877; in-8°.

Melsens. — Des paratonnerres à pointes, à conducteurs et à raccordements terrestres multiples. Description détaillée des paratonnerres établis sur l'hôtel de ville de Bruxelles en 1865. Bruxelles, 1877; gr. in-8°.

Juste (*Th.*). — Les progrès de la puissance russe. Pierre le Grand, son règne et son testament. Bruxelles, 1877; in-8°.

Rivier (*Alphonse*). — Les successions à cause de mort en Suisse. Gand, 1877; extrait in-8°.

Massart-Janssens (*A.*). — Hygiène et sauvetage pour la femme, pour la famille et pour la société, 1^re^ et 2^de^ parties. Bruxelles, 1877; 2 br. in-8°.

Dessel (*Camille Van*). — Topographie des voies romaines de la Belgique. Bruxelles, 1877; vol. in-8°.

Gregoir (*Ed.*). — Panthéon musical populaire, ouvrage en six volumes, sixième volume. Bruxelles, etc., 1877; in-8°.

Witte (*le baron J. de*). — Discours prononcé à l'Académie d'archéologie de Belgique dans la séance du 27 mai 1877. Anvers, 1877; br. in-8°.

Rapport triennal sur la situation de l'instruction primaire en Belgique, présenté aux Chambres législatives par le Ministre de l'Intérieur. Bruxelles, 1877; vol. in-4°.

Société chorale et littéraire des Mélophiles de Hasselt. — Bulletin de la section littéraire, 13me volume. Hasselt, 1876; br. in-8°.

Willemsfonds. — Jaarboek voor 1878. Gand, 1877; vol. in-18.

Observatoire royal de Bruxelles. — Annuaire pour 1878. Bruxelles, 1877; vol. in-16.

Académie royale de médecine de Belgique. — Bulletin, 1877, nos 6-10. Bruxelles; in-8°.

Revue de l'instruction publique, t. XX, livr. 5-6. Gand; in-8°.

Annales d'oculistique, t. LXXVII et LXXVIII. Bruxelles, 1877; in-8°.

Illustration horticole, t. XXIV. Gand, 1877; in-8°.

Société belge de géographie. — Bulletin, 1re année, 1877. Bruxelles, in-8°.

Société royale de botanique de Belgique. — Bulletin, tome XVI, n° 1. Bruxelles, 1877; in-8°.

Société entomologique de Belgique. — Annales, tome XX, 2d fasc. Bruxelles; in-8°.

Annales des travaux publics de Belgique, tome XXXV, 2me cahier. Bruxelles; in-8°.

ALLEMAGNE, AUTRICHE-HONGRIE.

Barrande (*Joachim*). — Céphalopodes. Études générales. Extraits du système silurien du centre de la Bohême, vol. II, texte 5. Prague, Paris, 1877; vol. in-8°.

Kundrat (*Hans*). — Die Selbstverdauungs-Processe der Magenschleimhaut. Gratz, 1877; br. in-8°.

Rostafinski (*J.*) und *Woronin* (*M.*). — Über Botrydium granulatum. Leipzig, 1877; in-4°.

Handelsstatistisches Bureau. — Tabellarische Uebersichten des hamburgischen Handels im Jahre 1876. Hambourg, 1877; in-4°.

Statistisches Bureau in Budapest. — XIII. Publication : Untersuchungen über die Einkommen-und Hauszinssteuer für Budapest. — XIV. Publication : Die Sterblichkeit der Stadt Budapest in den Jahren 1874 und 1875, und deren Ursachen. Berlin, 1877; 2 br. in-8°.

Archeologische Gesellschaft zu Berlin. — 73. Programm zum Winckelmannsfeste. Berlin, 1877; in-4°.

Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie, t. I, n^os^ 7-12. Berlin, 1877; in-8°.

Akademie der Wissenschaften zu Berlin. — Monatsbericht, mai-août. Berlin ; in-8°.

Chemische Gesellschaft zu Berlin. — Bericht, 1877, n^os^ 12-18. Berlin; in-8°.

Archiv für Mathematik und Physik, 61. Teil, n^os^ 1-3. Greifswald; in-8°.

Geographische Anstalt zu Gotha. — Mittheilungen, 23. Bd. VIII-XII. Erganz. n° 52. Gotha; in-4°.

Akademie der Wissenschaften zu Munich. — Sitzungsberichte, mathem.-phys. Classe, 1877, I, II. Munich; in-8°.

Medic.-naturw. Gesellschaft zu Jena. — Zeitschrift für Naturwissenschaften, XI. Bd., n^os^ 3 und 4. Iéna; in-8°.

AMÉRIQUE.

U. S. Coast Survey. — Meteorological researches for the use of the Coast pilot, part I. Washington, 1877; br. in-4°.

Museu nacional do Rio de Janeiro. — Archivos, vol. I, 4^me^ trimestre de 1876. Rio de Janeiro, 1877; in-4°.

Boston Society of natural history. — Proceedings, vol. XVIII, 3^me^ et 4^me^ parties. — Memoirs, vol. II, 4^me^ partie, n° 3. Boston, 1877; 2 br. in-8° et 1 br. in-4°.

U. S. navy department. — Scientific results of the United States arctic expedition, vol. I, physical observations by Emil Bessels. Washington, 1876; vol. in-4°.

American philosophical Society. — Proceedings, tomes XV et XVI, n^os^ 98 et 99. Philadelphie, 1876; in-8°.

Davenport Academy of natural sciences. — Proceedings, tome I, 1867-1876. Davenport, 1876; in-8°.

U. S. geological and geographical Survey of the territories. — Supplement to the fifth annual report. — Preliminary report of the U. S. geological Survey of Montana. — Annual report, 1875, embracing Colorado. — Miscellaneous publications : n° 1 lists of elevations principally in that portion of the U. S. west of the Mississipi river, fourth edition; n° 7 ethnography and philology of the Hidatsa Indians by Washington Matthews. — Bulletin, n° 2; vol. III, n^os^ 1-3. — Catalogue of the publications of the Survey, 2^d^ edition. — Bulletin of the U. S. entomological commission, n^os^ 1 et 2. Washington, 1872-1877; in-8°.

Journal of sciences and arts, tome XIV. New-Haven, 1877; in-8°.

The Penn monthly, juillet-décembre de 1877. Philadelphie; in-8°.

ESPAGNE.

Real Academia de la historia. — Boletin, tome I, cuaderno 1. Madrid, 1877; in-8°.

Société de géographie de Madrid. — Bulletin, t. II, nos 2 et 3; t. III, nos 1-4. Madrid; in-8°.

FRANCE.

Mannheim (*A.*). — Nouveau mode de représentation plane de classes de surfaces réglées. Paris, 1877; extrait in-4°.

Mannheim (*A.*). — Sur le déplacement infiniment petit d'un dièdre de grandeur invariable. Paris, 1877; extrait in-4°.

Bailly (*Jules*). — De Bruxelles à Tervueren, poëme nouveau. Paris, 1878; br. in-8°.

Bernier (*Théodore*). — Le Besogné de Mont-Bliart, en 1608, précédé d'une notice sur ce village. Angre, Mons, 1877; br. in-8°.

Collin de Plancy (*V.*). — Note sur les insectes diptères parasites des Batraciens. Paris, 1877; extrait in-8°.

Taton (*Ed.*). — Sur les diptères parasites de la *Rana esculenta.* Paris, 1877; extr. in-8°.

Garcin de Tassy. — La langue et la littérature hindoustanies en 1877, revue annuelle. Paris, 1878; br. in-8°.

Deydier. — La locomotion aérienne. Oran, 1877; br. in-8°.

Société zoologique de France. — Bulletin, 1877, 3me et 4me parties. Paris; in-8°.

Les Mondes, revue des sciences, t. XLIV, octobre-décembre de 1877. Paris; in-8°.

École normale supérieure. — Annales, 1877. Paris; in-4°.

Revue britannique, juillet-décembre 1877. Paris; in-8°.

Société des études historiques. — L'Investigateur, mai-juin de 1877. Paris; in-8°.

Société de géographie de Paris. — Bulletin, mai-août. Paris, 1877; in-8°.

Société d'anthropologie. — Bulletin, t. XII, février-juin 1877. Paris; in-8°.

Société linnéenne de Bordeaux. — Actes, tome XXXI, 3^me^ livraison avec atlas. Bordeaux, 1877; in-8°.

Caffiaux (*H.*). — Mémoire sur la charte de la Frairie de la Halle Basse de Valenciennes (XI^e^ et XII^e^ siècles). Paris, 1877; extr. in-8°

Société des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille. — Mémoires, 4^e^ série, tome III. Paris, Lille, 1877; vol. in-8°.

Académie des sciences, belles-lettres et arts de Lyon. — Mémoires : classe des lettres, t. XVII; classe des sciences, tomes XXI et XXII. Lyon, 1876-77; 3 vol. gr. in-8°.

Société d'agriculture de Lyon. — Annales, 4^me^ série, tome VIII, 1875. Lyon, 1876; vol. gr. in-8°.

Société des sciences de Nancy. — Bulletin, tome III, 1877, fasc. 6. Paris, 1877; in-8°.

GRANDE-BRETAGNE.

Observatoire de Greenwich. — Report of the telescopic observations of the transit of Venus, 1874. Londres, 1877; in-4°.

Mathematical Society, n^os^ 112-121. Londres; in-8°.

Astronomical Society. — Monthly notices, t. XXXVII, n^os^ 8 et 9; t. XXXVIII, n° 1. Londres; in-8°.

Geographical Society. — Proceedings, tome XXI, n° 6. Londres; in-8°.

Anthropological Institute of Great-Britain and Ireland. — Journal, vol. VII, n° 1. Londres; in-8°.

Numismatic Society. — The numismatic chronicle, 3^me^ partie de 1877. Londres; in-8°.

HOLLANDE-LUXEMBOURG.

Institut R. grand-ducal. — Section des sciences naturelles : Carte géologique du grand-duché de Luxembourg, par MM. Wies et Siegen, avec guide par M. Wies. Luxembourg, 1877; 8 feuilles in-plano et br. in-8°.

Donders (F.-C.). — 18de verslag betrekkelijk de verpleging en het onderwijs voor ooglijders. Utrecht, 1877; in-8°.

ITALIE.

Ardissone (Fr.). — Le Floridee italiche descritte ed illustrate, fasc. 1. Milan, 1874; in-8°.

Boldù (Roberto). — Della libertà ed eguaglianza dei culti. Florence, 1877; vol. pet. in-8°.

Lemaire (Enrico). — Problema della trisezione geometrica di un angolo o di un arco dato risoluto dall' ingegniere. Naples, 1877; br. in-8°.

Vulcanismo italiano, anno IV, 1877. Rome; in-8°.

R. Istituto veneto di scienze, lettere ed arti. — Atti, 5me série, tome III, nos 4-7. — Memorie, tome XX. Venise, 1876-77; 4 br. in-8° et 1 vol. in-4°.

Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna. — Memorie, tome VII, fasc. 1-4. — Rendiconto, 1876-77. Bologne, 1877; 4 br. in-4° et 1 vol. in-8°.

Società Toscana di scienze naturali in Pisa. — Atti, vol. III, 1er fasc. Pise, 1877; gr. in-8°.

Academia olimpica di Vicenza. — Atti, 1876 et 1er semestre de 1877. Vicence; 2 br. in-8°.

FIN DU TOME XLIV DE LA 2me SÉRIE.

BULLETINS DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

TABLES ALPHABÉTIQUES

DU TOME QUARANTE-QUATRIÈME DE LA DEUXIÈME SÉRIE.

1877.

TABLE DES AUTEURS.

A.

Académie d'archéologie de Belgique. — Adresse son programme de concours pour 1878, 240.

Académie des lettres, sciences, arts et agriculture de Metz. — Adresse le programme de ses concours pour 1877-1878, 105.

Académie des sciences, belles-lettres et arts de Besançon. — Adresse son programme de concours pour 1878, 401.

Académie R. des beaux-arts d'Anvers. — Demande relative à une loi protectrice des œuvres de l'intelligence, 258.

Adan (E.). — Hommage d'ouvrage, 314.

Alvin (L.). — Délégué au congrès artistique d'Anvers, 110, 249; donne des explications relatives à un tableau de Rubens et aux gravures que l'on se propose d'exposer à Anvers, 111; rapport sur le mémoire de concours concernant les influences subies par P.-P. Rubens et A. Van Dyck pendant leur séjour en Italie, 263; discours prononcé à la séance publique de la classe des Beaux-Arts, 281, 283; discours prononcés au nom de l'Académie : 1° à l'inauguration du buste de Rubens, à Anvers, 259; 2° à la séance d'installation des Académies, 862; toast au Roi lors du banquet d'installation, 886.

Antoine (Ch.). — Hommage d'ouvrage, 316.

Association britannique pour l'avancement des sciences. — Annonce l'ouverture de sa 48^{e} session, 654.

Association internationale africaine. — M. le baron Greindl remercie pour la souscription de l'Académie, 2; communication relative à la 1re expédition pour l'Afrique centrale, 257.

B.

Baes (*Edgar*). — Rapports de MM. Alvin, Siret, Slingeneyer sur son mémoire de concours concernant les influences subies par P.-P. Rubens et Ant. Van Dyck pendant leur séjour en Italie, 265, 270, 271; proclamé lauréat, 297.

Balat (*Alphonse*). — Commissaire pour l'examen du 14^{e} rapport semestriel du lauréat Dieltiens, 845.

Bambeke (*Ch. Van*). — Commissaire pour les travaux suivants : 1° de M. Fraipont sur les Acinétiniens de la côte d'Ostende, 455, 850; rapport, 694; 2° de M. Masquelin concernant le développement du maxillaire inférieur de l'homme, 456; rapport, 459.

Bancroft (*George*). — Remercie pour son élection d'associé, 240.

Baraquin (*E.*). — Présente un travail intitulé : Innovations industrielles, 317.

Bastelaer (*Van*). — Rapports de MM. le baron de Witte et Roulez sur son mémoire concernant les enduits, engobes, etc., des poteries romaines, 241, 244.

Bastin (*J.*). — Hommage d'ouvrages, 817.

Bemmel (*Eug. Van*). — Hommage d'ouvrages, 816.

Beneden (*Éd. Van*). — Lauréat du concours quinquennal des sciences naturelles, 313, 118, 884; commissaire pour l'examen des travaux suivants : 1° de M. Lambert, intitulé : Morphologie du système dentaire des singes, 317; lecture de son rapport, 456; 2° de M. Leboucq, concernant le cartilage embryonnaire chez les mammifères, 318; rapport, 457; 3° de MM. Putzeys et Romiée, concernant l'action physiologique de la gelsémine, 455; 4° de M. Masquelin, concernant le maxillaire inférieur de l'homme, 456; rapport, 459; contribution à l'histoire du développement embryonnaire des Téléostéens, 462, 742.

Beneden (*P.-J. Van*). — Hommage d'ouvrage, 3; renseigne ses confrères sur le départ de la 1re expédition pour l'Afrique centrale, 257; commissaire pour les travaux suivants : 1° de M. Lambert, intitulé : Morphologie du système dentaire des singes, 317; lecture de son rapport, 456; 2° de

M. Fraipont sur les Acinétiniens de la côte d'Ostende, 455, 850; rapport, 692; rend compte de la célébration du 400ᵉ anniversaire de l'université d'Upsal, 399; réélu membre de la Commission spéciale des finances, 666; cachalot nain du crag d'Anvers, 851.

Berliner (*J.*). — Hommage d'ouvrage, 315.

Bessels (*Émile*). — Hommage d'ouvrage, 315.

Bormans (*Stanislas*). — Hommage d'ouvrages, 401, 611.

Boset (*J.*). — Présente un travail concernant les courbes et surfaces focales, 456.

Bourotte (*Aug.*). — Lauréat du concours d'art appliqué de la classe des beaux-arts (peinture), 298.

Bouvet (*A.*). — Hommage d'ouvrage, 455.

Bovy (*J.-F.-A.*). — Annonce de sa mort, 443.

Brachet (*Achille*). — Présente les travaux suivants concernant : 1° un compteur électrique, 4: lecture du rapport de MM. Montigny et Duprez, 318; 2° un vernis fluorescent applicable sur verre, 317 ; lecture des rapports de MM. Melsens et Montigny, 456; 3° le pouvoir pénétrant des objectifs à immersion, 655.

Brassart (*Félix*). — Hommage d'ouvrages, 402; note bibliographique sur ces volumes, par M. Potvin, 403.

Briart (*Alph.*). — Hommage d'ouvrage, 655.

Burbure (*Le chev. L. de*). — Rapport sur le mémoire de concours concernant l'histoire de la typographie musicale dans les Pays-Bas, 272.

C.

Caffiaux. — Hommage d'ouvrage, 816; note bibliographique sur cette brochure par M. le baron Kervyn de Lettenhove, 827.

Capellini (*G.*). — Hommage d'ouvrages, 3, 316.

Carrara (*F.*). — Hommage d'ouvrages, 611 ; note bibliographique sur ces volumes, par M. Thonissen, ibid.

Catalan (*Eug.*). — Rapports sur les travaux suivants : 1° de M. Lagrange, intitulé : De l'influence de la forme des corps sur l'attraction qu'ils exercent, 10; 2° de M. Mansion, concernant une équation de Jacobi, 120; 3° de M. Le Paige, concernant l'extension des théories de l'involution et de l'homographie, 462; lecture de son rapport sur la note de M. Escary concernant la fonction $\mathrm{P}\frac{(n)}{l}$ de Lamé, 127 ; commissaire pour l'examen des travaux suivants : 1° de M. Ghysens concernant : *a*, les sous-normales polaires, etc., 4; lecture de son rapport, 127; *b*, la détermination des volumes et des aires, 317; rapport, 456; 2° de M. Le Paige, concernant; *a*, la géométrie supérieure, 119; rapport, 128; *b*, l'invariant quadratique simultané de deux formes binaires, 317; rapport, 322; 3° de M. Boset, concernant les courbes et surfaces focales, 456; 4° de M. Sautreaux-Félix, concernant deux théorèmes de géométrie de l'espace, 850; théorème d'algèbre, 194; nouveau principe de probabilités, 463; présente un travail sur la théorie des moindres carrés, 317. — Voir *Chasles* (*Michel*).

Chalon (*R.*). — Hommage d'ouvrages, 611; réélu membre de la Commission spéciale des finances, 818.

Chasles (*Michel*). — Lettre relative à une communication de M. Saltel sur la théorie des deux caractéristiques, 656; observations de MM. Folie et Catalan, 660, 661; réponse de M. Chasles, 662, 849.

Cocheteux (*Le colonel*). — Hommage d'ouvrage, 455; rentre en possession de son billet cacheté, ibid.

Cogniaux (*Alfred*). — Hommage d'ouvrage, 118.

Congrès artistique d'Anvers. — Remercîments de la Commission centrale organisatrice, 110; membres de l'Académie délégués à cette solennité, 249.

Congrès de botanique et d'horticulture à Paris. — Adresse divers renseignements, 316.

Congrès international de géologie à Paris. — Adresse divers renseignements, 316.

Conscience (*Henri*). — Réélu membre de la Commission spéciale des finances, 818.

Cornet (*F.-L.*). — Hommage d'ouvrage, 3, 655; commissaire pour une notice de M. de Koninck (fils) concernant l'apatite cristallisée, 655; rapport, 691.

Crépin (*Fr.*). — Commissaire pour le mémoire de concours intitulé: Prodrome d'une monographie des Laminariacées, 120; rapport, 680; hommage d'ouvrage, 655.

Crick (*Prosper*). — Présente une notice sur le résultat des fouilles qu'il a faites à Assche, 610; rapports de MM Wagener, Piot et Wauters, 819, 823, 824; impression, 841.

Cuypers (*J.*). — Appréciation de son 9e rapport semestriel; lecture par MM. Geefs et Fraikin, 259, 444; envoi de son 10e rapport semestriel, 645.

D.

Daubrée (*J.*). — Élu associé, 885.

De Boë (*Ad.*). — Présente une description d'un photomètre stellaire, 850.

De Cross (*P.*). — Présente un travail concernant la procédure civile au XVII^e^ siècle, 402; lecture des rapports de MM. Rivier, Faider et Leclercq, 818.

De Kesel (*Charles*). — Lauréat du grand concours de sculpture (2^d^ prix), 258, 299.

De Keyser (*N.*). — Donne des explications sur un tableau de Rubens, 111.

De Koninck (*L.-G.*). — Hommage d'ouvrage, 454.

De Koninck (*Lucien*). — Présente deux notices sur les minéraux belges, (kaolinite et apatite cristallisée), 517, 655; rapports de MM. Malaise, Mourlon, Melsens et Cornet, 689, 690, 691; impression, 733, 740.

Delbœuf (*J.*) et *Spring* (*W.*). — Présentent un travail concernant le daltonisme, 455; élus correspondants, 885.

De Man (*G.*). — Commissaire pour l'examen du 14^e^ rapport semestriel du lauréat Dieltiens, 843; réélu membre de la Commission spéciale des finances, 844.

De Pauw (*J.-B.*). — Lauréat du grand concours de composition musicale (2^d^ prix), 248, 299.

Deschamps (*Arsène*). — Hommage d'ouvrage, 611.

Dethier (*Émile*). — Lauréat du grand concours de composition musicale (mention honorable), 249, 299.

Devaux (*Jules*). — Remercie au nom du Roi pour le toast porté à S. M. au banquet d'installation des Académies, 887.

De Witte (*Le baron J.*). — Rapport sur un mémoire de M. Van Bastelaer concernant les enduits, engobes, etc., des poteries romaines, 241; hommage d'ouvrage, 816.

Dieltiens (*Ern.*). — M. le Ministre transmet une copie de son 14^e^ rapport semestriel, 843.

Dillens (*Julien*). — Lauréat du grand concours de sculpture, 258, 299.

Donny (*F.*). — Commissaire : 1° pour le mémoire de concours concernant les substances albuminoïdes, 119; rapport, 675; 2° pour un travail de M. Motteu, relatif à l'histoire du sucre (saccharose), 318; rapport, 319.

Du Moulin (*Le D^r^*). — Hommage d'ouvrage, 455.

Duprez (*F.*). — Commissaire pour l'examen des travaux suivants : 1° de M. Brachet, concernant un compteur électrique, 4; lecture de son rapport. 318; 2° de M. Baraquin intitulé : Innovations industrielles, 317 ; 3° de M. Plön concernant le mouvement vertical de l'aérostat, 655.

Dupuis (*Sylvain*). — Lauréat du grand concours de composition musicale (mention honorable), 249, 299.

Duwaerts (*Désiré*). — Lauréat du grand concours de sculpture (mention honorable), 258, 299.

E.

Ericsson (*John*). — Hommage d'ouvrage, 316.

Escary. — Lecture des rapports de MM. Folie, Catalan et De Tilly sur sa note concernant la fonction $P\frac{(n)}{l}$ de Lamé, 127.

F.

Faider (*Charles*). — Commissaire pour un mémoire de M. P. De Cross concernant la procédure civile au XVII^e^ siècle, 402 ; lecture de son rapport, 818; élu membre de la Commission administrative, 818; réélu membre de la Commission spéciale des finances, ibid.

Falisse. — Hommage d'ouvrage, 118.

Fétis (*Ed.*). — Rapport sur le mémoire de concours concernant l'histoire de la typographie musicale dans les Pays-Bas, 275.

Flandre (*Mgr. le Comte de*). — Fait exprimer ses regrets de ne pouvoir assister à la séance publique de la classe des beaux-arts, 262 ; assiste à la séance d'installation des Académies, 859.

Folie (*F.*) — Commissaire pour l'examen des travaux suivants : 1° de M. Ghysens concernant les sous-normales polaires, etc., 4 ; lecture de son rapport, 127; 2° de M. Le Paige concernant: *a*. la géométrie supérieure, 119; rapport, 127; *b*, l'invariant quadratique simultané de deux formes binaires, 317; rapport, 319; 3° de M. Catalan sur la théorie des moindres carrés, 317 ; 4° de M. Lagrange concernant les mouvements astronomiques, 317; 5° de M. Boset concernant les courbes et surfaces focales, 456; 6° de M. Sautreaux-Félix concernant deux théorèmes de géométrie de l'espace, 850; rapport sur une note de M. Mansion concernant une équation de Jacobi, 126; lecture de son rapport sur la note de M. Escary concernant la fonction $P\frac{(n)}{l}$ de Lamé, 127; rapport sur une note de M. Le Paige concernant l'extension des théories de l'involution et de l'homographie, 460; rectification et suite à sa note sur l'ÉVOLUTION, 181, 182; extension de la notion du rapport anharmonique. Définition de ce rapport pour le n^e ordre en général : son utilité dans l'étude des courbes et surfaces supérieures 469; dépose un pli cacheté, 516. — Voir : *Chasles* (*Michel*).

Fraikin (*Ch.*). — Délégué au Congrès artistique d'Anvers, 249 ; lecture de son appréciation du 9e rapport semestriel du lauréat Cuypers, 259, 444, commissaire pour l'examen du 10e rapport du même lauréat, 645 ; réélu membre de la Commission spéciale des finances, 844.

Fraipont (*Julien*). — Présente des travaux concernant les Acinétiniens de la côte d'Ostende, 455, 850; rapports de MM. P.-J. Van Beneden, F. Plateau et Van Bambeke, 692, 693, 694; impression, 770.

Franck (*J.*). — Commissaire pour l'examen du 3e rapport semestriel du lauréat Lauwers, 249; lecture de son rapport, 263; réélu membre de la Commission spéciale des finances, 844.

Fredericq (*Léon*). — Rapports de MM. Melsens et Schwann sur la 1re partie de son travail concernant la coagulation du sang, 12, 16; impression de ce travail, 56; hommage d'ouvrage, 455.

G.

Gachard (*P.*). — Commissaire pour un travail de M. Paillard concernant Pierre Brully, etc., 402; lecture de son rapport, 818; hommage d'ouvrage, 611.

Galesloot (*L.*). — Présente une notice sur des fouilles effectuées à Laeken près des restes d'une villa romaine, 610; rapports de MM. Wagener, Piot et Wauters, 819, 823, 824; impression, 833.

Geefs (*Georges*). — Lauréat du grand concours de sculpture (mention honorable), 258, 299; lauréat du concours d'art appliqué de la classe des beaux-arts (sculpture), 298.

Geefs (*Guillaume*). — Réélu membre de la Commission spéciale des finances, 844.

Geefs (*Joseph*). — Lecture de son appréciation du 9e rapport semestriel du lauréat Cuypers, 259, 444; commissaire pour le 10e rapport du même lauréat, 645.

Génard (*P.*). — Hommage d'ouvrages, 249, 444.

Gevaert. — Rapport sur le mémoire de concours concernant l'histoire de la typographie musicale dans les Pays-Bas, 275.

Ghysens (*Émile*). — Présente les travaux suivants concernant : 1° les sous-normales polaires et la courbure des surfaces, 4; lecture des rapports de MM. Catalan, De Tilly et Folie, 127; impression du travail, 220; 2° la détermination des volumes et des aires, 317; rapport de MM. Catalan et De Tilly, 456, 457 ; impression, 532.

Gilkinet (*Alf.*). — Commissaire pour le mémoire de concours intitulé : Prodrome d'une monographie des Laminariacées, 120; rapport, 681.

Giovanni (*Vincenzo di*). — Hommage d'ouvrage, 241.

Gluge (*Th.*). — Commissaire pour les travaux suivants : 1° de M. Leboucq concernant le cartilage embryonnaire chez les mammifères, 318; rapport, 459; 2° de MM. Putzeys et Romiée concernant l'action physiologique de la gelsémine, 455; 3° de MM. Delbœuf et Spring concernant le daltonisme, 455; réélu membre de la Commission spéciale des finances, 666.

Goovaerts (*Alp.*). — Rapports de MM. le chev. L. de Burbure, Gevaert et Fétis sur son mémoire de concours concernant l'histoire de la typographie musicale dans les Pays-Bas, 272, 275; proclamé lauréat, 297.

Gosselet (*J.*). — Hommage d'ouvrages, 515; calcaire devonien supérieur dans le N. E. de l'arrondissement d'Avesnes, 598.

Graindorge (*J.*). — Hommage d'ouvrage, 118.

Greindl (*Le baron*). — Remercie pour la souscription de l'Académie à l'œuvre de la civilisation de l'Afrique, 2.

Guillaume (*Le baron G.*). — Annonce de sa mort, 644, 815; discours prononcé à ses funérailles par M. Wauters, 827.

Guilliaume (*Jules*). — La cloche Roland (traduction de la cantate couronnée), 506.

H.

Henry (*Louis*). — Hommage d'ouvrage, 455.

Heremans (*J.*). — Commissaire pour un travail de M. Loise intitulé : La littérature allemande au XVII^e^ siècle sous l'influence de la guerre de Trente ans, 402; élu membre de la Commission de la Biographie nationale, 818.

Houzé (*A.*). — Dépose un billet cacheté, 2.

Houzeau (*J.-C.*) — Commissaire pour l'examen des travaux suivants : 1° de M. Lagrange, concernant les mouvements astronomiques, 317; 2° de M. Terby, concernant la planète Mars, 655; 3° de M. De Boë, concernant un photomètre stellaire, 850; étoiles filantes d'août 1877, 563.

I.

Institut canadien, à Toronto. — Demande d'échange de publications, 2.

Institut des beaux-arts, à Caracas. — Annonce sa fondation, 444.

J.

Joris (*François*). — Lauréat du grand concours de sculpture (mention honorable), 258, 299.

Juste (*Th.*). — Commissaire pour un travail de M. Paillard, concernant Pierre Brully, etc., 402; lecture de son rapport, 818.

K.

Kervyn de Lettenhove (*Le baron*). — Hommage d'ouvrages, 240, 611, 816; note bibliographique sur une brochure de M. Caffiaux, 827.

Kölliker (*Albert*). — Élu associé, 885.

L.

Lagrange (*C.*). — Rapports de MM. Van der Mensbrugghe, Catalan et De Tilly sur son mémoire intitulé : De l'influence de la forme des corps sur l'attraction qu'ils exercent, 5, 10, 11; impression, 23; présente un travail concernant les mouvements astronomiques, 317; hommage d'ouvrage, 315.

Lambert (*Ern.*). — Présente un travail intitulé : Morphologie du système dentaire des singes, 317; lecture des rapports de MM. P.-J. Van Beneden et F. Plateau, 456.

Lauwers. — Envoi de son 3e rapport semestriel, 249; appréciation de ce rapport, lecture par MM. Pinchart, Franck et Leclercq, 263.

Leboucq (*H.*). — Présente un travail concernant le cartilage embryonnaire chez les mammifères, 318; rapport de MM. Éd. Van Beneden, Schwann et Gluge, 457, 459; impression, 561.

Leclercq (*J.*). — Commissaire pour l'examen du 3e rapport semestriel du lauréat Lauwers, 249; lecture de son appréciation, 263.

Leclercq (*M.-N.-J.*). — Commissaire pour un travail de M. P. De Cross concernant la procédure civile au XVIIe siècle, 402; lecture de son rapport, 818.

Lenormant (*Fr.*). — Hommage d'ouvrage, 816.

Le Paige (*C.*). — Présente les travaux suivants concernant : 1° la géométrie supérieure, 119; rapport de MM. Folie et Catalan sur ce travail; 127, 128; impression, 231; 2° l'invariant quadratique simultané de deux formes binaires, 317; rapport de MM. Folie et Catalan, 319, 322; impression, 365; rapport des mêmes commissaires sur son travail concernant les théories de l'involution et de l'homographie, 460, 462; impression, 546; dépose un pli cacheté, 317.

Le Verrier (*Ulysse*). — Annonce de sa mort, 314.

Liagre (*J.*). — Fait une communication relative à la 1re expédition de l'Afrique centrale, 238; proclame les résultats des concours du gouvernement et de la classe des beaux-arts, 297; et de la classe des sciences, 883; commissaire pour l'examen des travaux suivants : 1° de M. Catalan concernant la théorie des moindres carrés, 317; 2° de M. Terby, concernant la planète Mars, 655.

Loise (*F.*). — Hommage d'ouvrage, 105; présente un travail intitulé : La littérature allemande au XVII^e siècle, sous l'influence de la guerre de Trente ans, 402.

Lubavsky (*Alexandre de*). — Présente un travail concernant la statistique du droit civil, 402.

M.

Mac-Leod (*Jules*). — Hommage d'ouvrage, 455.

Malaise (*Const.*). — Commissaire pour une notice de M. L. de Koninck sur la kaolinite de Quenast et du terrain houiller, 317; rapport, 689; communique un extrait d'une lettre de M. Pisani concernant l'apatite cristallisée, 709.

Mansion (*Paul*). — Rapports de MM. Catalan, Folie et De Tilly sur sa note concernant une équation différentielle de Jacobi, 120, 126, 127; impression de cette note avec addition, 195, 212.

Marchal (*Edm.*). — Hommage d'ouvrage, 258.

Marion (*A.-F.*). — Voir *Saporta* (*Le comte G. de*).

Masquelin (*H.*). — Présente un travail concernant le maxillaire inférieur de l'homme, 456; rapport de MM. Éd. Van Beneden et Van Bambeke, 459; impression, 589.

Maus (*Henri*). — Réélu membre de la Commission spéciale des finances, 666; discours sur l'utilité pratique des sciences mathématiques, physiques et naturelles, 868.

Melsens (*L.*) — Rapport sur la 1^{re} partie du travail de M. Fredericq concernant la coagulation du sang, 12; commissaire pour l'examen des travaux suivants : 1° mémoire de concours concernant les substances albuminoïdes, 119; rapport, 667; 2° de M. Baraquin intitulé : Innovations industrielles, 317, 3° de M. Brachet concernant un vernis fluorescent applicable sur verre, 317; lecture de son rapport, 456; 4° de M. de Koninck sur la kaolinite de Quenast et du terrain houiller, 317; rapport, 691; 5° de M. Motteu relatif à l'histoire du sucre (saccharose), 318; rapport, 319; 6° de M. Plön concernant le mouvement vertical de l'aérostat 655; hommage de son travail concernant les paratonnerres établis sur l'hôtel de ville de Bruxelles en 1865, 655, 817, 844; note sur ce volume, 662.

Meynne. — Membre du jury du grand concours de composition musicale, 110.

Michaels (*Clément*). — Lauréat du concours des cantates, 109, 299.

Ministre de l'Instruction publique de France (*M. le*). — Hommage d'ouvrages, 314.

Ministre de l'Intérieur (*M. le*). — Hommages d'ouvrages, 2, 104, 118, 240, 258, 314, 400, 444, 454, 816; d'une médaille, 249; demande que la classe des beaux-arts s'occupe d'un programme d'études à suivre par les lauréats du grand concours de gravure, 444; discours prononcé lors de l'installation des deux Académies, 860; toast porté aux deux Académies au banquet d'installation, 887; réponse à ce toast, par M. Soupart, 890.

Montigny (*Charles*). — Commissaire pour l'examen des travaux suivants : 1° de M. Brachet concernant : *a*, un compteur électrique, 4; lecture de son rapport, 318; *b*, un vernis fluorescent applicable sur verre, 317; lecture de son rapport, 456; 2° de M. Plön concernant le mouvement vertical de l'aérostat, 655; réélu membre de la Commission spéciale des finances, 666; variations d'intensité de la scintillation et changements de couleurs qui caractérisent ce phénomène, 694.

Morren (*Éd.*) — Commissaire pour le mémoire de concours intitulé : Prodrome d'une monographie des Laminariacées, 120; rapport, 675; hommage d'ouvrage, 454.

Motteu. — Présente un travail relatif à l'histoire du sucre (saccharose), 318; rapport de MM. Stas, Donny et Melsens, 318, 319; impression, 386.

Mourlon (*Michel*). — Commissaire pour les notices de M. de Koninck (fils), concernant la kaolinite et l'apatite cristallisée, 317, 655; rapports, 691.

N.

Nolet de Brauwere van Steeland (*J.*). — Hommage d'ouvrage, 401.

Nyst (*H.-P.*). — Réélu membre de la Commission spéciale des finances, 666.

O.

Orsoni (*François*). — Hommage d'ouvrage, 249.

P.

Paillard (*Charles*). — Présente un travail concernant Pierre Brully, successeur de Calvin comme pasteur de l'église française de Strasbourg (1544-1545), 402; lecture des rapports de MM. Gachard, Juste et Wauters, 818.

Parlatore (*Philippe*). — Annonce de sa mort, 313.

Pauli (*Ad.*). — Membre de la Commission chargée de tout ce qui concerne les grands concours artistiques du Gouvernement, 110.

Peigné-Delacourt. — Hommage d'ouvrages, 402.

Petermann (*A.*). — Hommage d'ouvrage, 455.

Pinchart (*A.*). — Commissaire pour l'examen du 3e rapport semestriel du lauréat Lauwers, 249 ; lecture de son appréciation, 263; sur l'histoire de la tapisserie de haute-lisse, à Arras, 250.

Piot (*Ch.*). — Commissaire pour deux notices de MM. Galesloot et Crick concernant des fouilles effectuées à Laeken et à Assche, 610; rapport, 823.

Pisani (*F.*). — Sur la découverte de l'apatite cristallisée à Salm-Château, 709.

Plateau (*Félix*). — Structure de l'appareil digestif et phénomènes de la digestion chez les Aranéides dipneumones, 129, 323, 477; phénomènes de la digestion chez les insectes, 710; commissaire pour les travaux suivants: 1° de M. Fraipont sur les Acinétiniens de la côte d'Ostende, 455, 830; rapport, 693; 2° de MM. Delbœuf et Spring concernant le daltonisme, 455; 3° de M. Ern. Lambert, intitulé : Morphologie du système dentaire des singes, 317 ; lecture de son rapport 456.

Plön (*Ch.*). — Présente un travail sur le mouvement vertical de l'aérostat, 655.

Portaels (*J.*). — Délégué au congrès artistique d'Anvers, 249.

Potvin (*Charles*). — Hommage d'ouvrages, 240, 402; note bibliographique sur des ouvrages historiques de M. F. Brassart, 403.

Putzeys (*Félix*) et *Romiée* (*H.*). — Présentent un travail concernant l'action physiologique de la gelsémine, 455.

Q.

Quetelet (*Ern.*). — Commissaire pour une notice de M. Terby sur la planète Mars, 655.

R.

Revue nouvelle de l'architecture et des travaux publics de Paris. — Demande de renseignements biographiques, 259.

Richardson (*E.*). — Hommage d'ouvrage, 105.

Rivier (*Alp.*). — Commissaire pour un travail de M. P. De Cross concernant la procédure civile au XVII^e^ siècle, 402; lecture de son rapport, 818; hommage d'ouvrage, 817.

Roi (*S. M. le*). — Fait exprimer ses regrets de ne pouvoir assister à la séance publique de la classe des beaux-arts, 262; assiste à la séance d'installation des Académies, 859; fait remercier pour le toast qui lui a été porté au banquet d'installation, 887.

Romiée (*H.*) et *Putzeys* (*Félix*). — Présentent un travail concernant l'action physiologique de la gelsémine, 455.

Rostafinski. — Rapports de MM. Morren, Crépin et Gilkinet sur son mémoire de concours intitulé : Prodrome d'une monographie des Laminariacées, 675, 680, 681, 850; proclamé lauréat, 883.

Roulez (*J.*). — Rapport sur un mémoire de M. Van Bastelaer concernant les enduits, engobes, etc., des poteries romaines, 244; note relative à l'urne du musée du Louvre, qui porte : GENIO TVRNACESIV, 824.

S.

Sabbe (*J.*). — Lauréat du concours des cantates, 110, 229; de Klokke Roeland (cantate couronnée), 300; hommage d'ouvrage, 444.

Saltel (*L.*). — Voir *Chasles* (*Michel*).

Sang (*Édouard*). — Hommage d'ouvrage, 316.

Saporta (*Le comte G. de*). — Élu associé, 885.

Saporta (*Le comte G. de*) et *Marion* (*A.-F.*). — Remercient pour la décision d'impression de leur mémoire concernant la flore heersienne de Gelinden, 3.

Saripolos (*Édouard*). — Hommage d'ouvrages, 402; note bibliographique sur ces volumes par M. Thonissen, 404.

Sautreaux-Félix. — Présente une note concernant deux théorèmes de géométrie de l'espace, 850.

Sellon (*La comtesse Valentine de*). — Hommage d'ouvrage, 240.

Scheler (*Aug.*). — Hommage d'ouvrages, 401; commissaire pour un travail de M. Loise, intitulé : La littérature allemande au XVII^e^ siècle, sous l'influence de la guerre de Trente ans, 402.

Schlagintweit (*H. von*). — Hommage d'ouvrage, 118.

Schwann (*Th.*). — Rapport sur la 1^re^ partie du travail de M. Fredericq, concernant la coagulation du sang, 16; commissaire pour l'examen des travaux suivants : 1° de M. Lebouсq concernant le cartilage embryonnaire chez les mammifères, 318; rapport, 459; 2° de MM. Putzeys et Romiée concernant l'action physiologique de la gelsémine, 455; 3° de MM. Delbœuf et Spring concernant le daltonisme, 455.

Simar (*Julien*). — Lauréat du grand concours de composition musicale (2^d prix), 248, 299.

Siret (*Ad.*). — Rapport sur le mémoire de concours concernant les influences subies par P.-P. Rubens et Ant. Van Dyck pendant leur séjour en Italie. 270.

Slingeneyer (*Ern.*). — Délégué au congrès artistique d'Anvers, 249; rapport sur le mémoire de concours concernant les influences subies par P.-P. Rubens et Ant. Van Dyck pendant leur séjour en Italie, 271; réélu membre de la Commission spéciale des finances, 844.

Spring (*W.*) et *Delbœuf* (*J.*). — Présentent un travail concernant le daltonisme, 455; élus correspondants, 885.

Société de médecine publique de Belgique. — Annonce sa fondation et demande l'échange de publications, 515, 849.

Société de physique et d'histoire naturelle de Genève. — Adresse son programme de concours pour 1879, 654.

Soubre (*Léon*). — Lauréat du grand concours de composition musicale (mention honorable), 249, 299.

Soupart. — Discours prononcé lors de l'installation des Académies, 865; réponse au toast porté aux deux académies par M. le Ministre de l'Intérieur au banquet d'installation, 890.

Sourindro Mohun Tagore (*Le Rajah*). — Hommage d'ouvrages, 110.

Stas (*J.-S.*). — Commissaire : 1° pour le mémoire de concours concernant les substances albuminoïdes, 119; rapport, 674; 2° pour un travail de M. Motteu relatif à l'histoire du sucre (saccharose), 518; rapport, 518.

Stecher (*Aug.*). — Commissaire pour un travail de M. Loise, intitulé : La littérature allemande au XVII^e siècle, sous l'influence de la guerre de Trente ans, 402; donne lecture de sa notice biographique sur J. Grandgagnage, 405.

T.

Terby (*F.*). — Présente une notice sur la planète Mars, 655.

Thiernesse. — Proclame les résultats des concours et des élections de l'Académie R. de médecine, 885.

Thiers (*Adolphe*). — Annonce de sa mort, 400 ; remercîments de M^me Thiers pour les condoléances de l'Académie, 815.

Thonissen (*J.-J.*). — Notes bibliographiques sur des ouvrages de droit : 1° de M. Saripolos, 404; 2° de M. F. Carrara, 611; commissaire pour un travail de M. de Lubavsky concernant la statistique du droit civil, 402; études sur l'histoire du droit criminel de la France, 406;

Tilly (J.-M. De). — Commissaire pour les travaux suivants : 1° de M. Ghysens : *a*, concernant les sous-normales polaires, etc., 4 ; lecture de son rapport, 127 ; *b*, concernant la détermination des volumes et des aires 317 ; rapport, 457 ; 2° de M. Catalan sur la théorie des moindres carrés, 317 ; 3° de M. Boset concernant les courbes et surfaces focales, 436 ; rapports : 1° sur un travail de M. Lagrange, intitulé « De l'influence de la forme des corps sur l'attraction qu'ils exercent », 11 ; 2° sur une note de M. Mansion concernant une équation de Jacobi, 127 ; lecture de son rapport sur la note de M. Escary concernant la fonction $P\frac{(n)}{l}$ de Lamé. 127.

Tinel (Edgard). — Lauréat du grand concours de composition musicale, (1er prix), 248, 299.

U.

Université d'Upsal. — Compte rendu de la célébration du 400e anniversaire de sa fondation, par M. P.-J. Van Beneden, 399 ; hommage de la médaille commémorative de cette solennité, 654.

V.

Valérius (H.). — Sur un effet singulier du courant électrique, 102.

Van de Kerkhove (Frères). — Annoncent qu'ils ont ouvert une exposition permanente de tableaux, 844.

Vandenpeereboom (Alp.). — Hommage d'un ouvrage concernant la statistique Yproise, 611 ; note bibliographique sur ce volume, par M. Wauters, 612.

Van der Mensbrugghe (G.). — Rapport sur le mémoire de M. Lagrange intitulé : De l'influence de la forme des corps sur l'attraction qu'ils exercent, 5 ; commissaire pour un travail du même auteur concernant les mouvements astronomiques, 317 ; commissaire pour un travail de M. Brachet sur le pouvoir pénétrant des objectifs à immersion, 655 ; mouvements des bulles d'air dans les niveaux et des bulles vaporeuses dans les enclaves liquides des minéraux, 556.

W.

Wagener (A.). — Hommage d'ouvrage, 401 ; commissaire pour deux notices de MM. Galesloot et Crick concernant des fouilles effectuées à Laeken et à Assche, 610 ; rapport, 819.

Warlomont. — Hommage d'ouvrage, 119.

Wauters (Alp.). — Commissaire pour les travaux suivants : 1° de M. Paillard concernant Pierre Brully, etc., 402; lecture de son rapport, 818; 2° de MM. Galesloot et Crick concernant des fouilles effectuées à Laeken et à Assche, 610; rapport, 824; note bibliographique sur un ouvrage de M. Vandenpeereboom concernant la numismatique Yproise, 612; discours prononcé aux funérailles de M. le général b^{on} Guillaume, 827.

Weber (W.). — Élu associé, 885.

Willems (P.). — La compétence du Sénat de la République romaine en matière d'affaires étrangères, 615.

TABLE DES MATIÈRES.

A.

Académie R. des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. — Demande relative à une loi protectrice des œuvres de l'intelligence, 259. — Voir *Discours.*

Académie R. de médecine de Belgique. — Voir *Discours.*

Archéologie. — Rapports de MM. le baron J. de Witte et Roulez sur un travail de M. Van Bastelaer concernant les enduits, engobes, etc., des poteries romaines, 241, 244; MM. Galesloot et Crick présentent deux notices concernant des fouilles effectuées à Laeken et à Assche, 610: rapports de MM. Wagener, Piot et Wauters, 819, 823, 824; impression 833, 841; communication par M. Roulez d'une note relative à une urne du musée du Louvre qui porte GENIO TVRNACESIV,, 824.

Arrêtés royaux. — M. le Ministre de l'Intérieur transmet les arrêtés royaux suivants: 1° décernant à M. Ed. Van Beneden le prix quinquennal des sciences naturelles, 118; 2° ouvrant le 2e concours pour le prix Guinard, 239, 314.

Astronomie. — Rapports de MM. Van der Mensbrugghe, Catalan et De Tilly sur un travail de M. Lagrange intitulé: De l'influence de la forme des corps sur l'attraction qu'ils exercent, 5, 10, 11; impression de ce travail, 25; M. Lagrange présente un second travail concernant l'origine et l'établissement des mouvements astronomiques, 317; observations des étoiles filantes du mois d'août 1877, faites à Bruxelles et à Menin et communiquées par M. J.-C Houzeau, 365; M. Terby présente une notice (11e) sur la planète Mars, 655; variations d'intensité de la scin. tillation et changements de couleurs qui caractérisent ce phénomène par M. Montigny, 694; M. De Boë présente une description d'un photomètre stellaire, 850.

B.

Beaux-arts. — Histoire de la tapisserie de haute-lisse à Arras, lecture par M. Pinchart, 250; pétition relative à une loi protectrice des œuvres de l'intelligence, 258.

Voir *peinture, gravure, musique* et *concours.*

Bibliographie. — Note de M. Potvin sur deux ouvrages historiques de M. Brassart, 403; notes de M. Thonissen sur plusieurs ouvrages de Droit : 1° de M. Saripolos, 404; 2° de M. Carrara, 611; note de M. Wauters sur un ouvrage de M. Vandenpeereboom concernant la numismatique Yproise, 612; note de M. Melsens sur son ouvrage concernant les paratonnerres établis sur l'hôtel de ville de Bruxelles, 662; note de M. Roulez concernant un article de la Gazette archéologique de M. le baron de Witte, 824; note de M. le baron Kervyn de Lettenhove sur une brochure de M. Caffiaux concernant la charte de la Halle basse de Valenciennes, 827.

Billets cachetés. — Dépôts de plis cachetés : par MM. Houzé, 2; Folie et Le Paige, 317; M. le colonel Cocheteux est remis en possession de son billet cacheté, 455.

Biographie. — Lecture des rapports de MM. Gachard, Juste et Wauters sur un travail de M. Paillard concernant Pierre Brully, etc., 818; discours prononcé aux funérailles de M. le baron G. Guillaume, 827.

Voir *Notices biographiques pour l'Annuaire.*

Botanique. — Rapports de MM. Morren, Crépin et Gilkinet sur le mémoire de concours intitulé : Prodrome d'une monographie des Laminariacées, 675, 680, 681.

C.

Chimie. — M. Brachet présente un travail concernant un vernis fluorescent applicable sur verre, 317; lecture des rapports de MM. Melsens et Montigny, 456; M. Motteu présente un travail concernant l'histoire du sucre (SACCHAROSE), 318; rapport de MM. Stas, Donny et Melsens, 318, 319; impression, 386; rapports de MM. Melsens, Stas et Donny sur le mémoire de concours concernant les substances albuminoïdes, 667, 674, 675.

Voir *Minéralogie* et *Physiologie.*

Commissions : Chargée de discuter toutes les questions relatives aux lauréats des grands concours. M. Pauli, élu membre, 110. — royale d'histoire. Envoie pour la bibliothèque de l'Académie les derniers ouvrages qu'elle a reçus, 241 : publication du tome IV de la chronique de Jean Des Preis dit d'Outremeuse, 611. — Spéciales des finances. Réélection des membres dans les trois classes, 666, 818, 844. — Administrative M. Faider, élu membre, 818. — De la biographie nationale. M. J. Heremans, élu membre, 818.

Concours de la classe des beaux-arts. — Rapports de MM. Alvin, Siret et Slingeneyer sur le mémoire concernant les influences subies par P.-P. Rubens et Ant. Van Dyck pendant leur séjour en Italie, 263, 270, 271; rapports de MM. le chev. L. de Burbure, Gevaert et Fétis sur le mémoire concernant l'histoire de la typographie musicale dans les Pays-Bas, 272, 275; appréciation des sections de peinture et de sculpture sur les sujets d'art appliqué, 280, 281; proclamation des résultats du concours, 297; programme pour 1879, 844.

Concours de la classe des lettres. — Programme pour 1879, 105.

Concours de la classe des sciences. — Mémoires reçus et nomination des commissaires, 4, 119; rapports de MM. Melsens, Stas et Donny sur le mémoire concernant les substances albuminoïdes, 667, 674, 675; rapports de MM. Morren, Crépin et Gilkinet sur le mémoire intitulé : Prodrome d'une monographie de Laminariacées, 675, 680, 681, 850; proclamation des résultats, par M. J. Liagre, 883.

Concours des cantates. — Lauréats en 1877, 109, 299; impression des cantates couronnées, 300, 306; de klokke Roeland, cantate couronnée, par M. J. Sabbe, avec traduction par M. J. Guilliaume, 300, 306.

Concours (grands). Prix de Rome : Composition musicale. M. Meynne nommé membre du jury, 110; lauréats en 1877, 248, 298. — Gravure. Projet d'un programme d'études pour les lauréats, 444; réception du 3^e rapport semestriel du lauréat Lauwers, 249; appréciation de ce rapport, lecture par MM Franck et Leclercq, 263. — Sculpture. Lauréats en 1877, 258, 299; appréciation du 9^e rapport semestriel du lauréat J. Cuypers, lecture par MM. J. Geefs et Fraikin, 259, 444; réception du 10^e rapport semestriel du même lauréat, 645. — Architecture. Réception du 14^e rapport semestriel du lauréat Dieltiens, 843.

Concours quinquennaux. — Sciences naturelles. M. Éd Van Beneden, lauréat, 118, 313, 884. — Littérature française. Formation du jury de la 6^e période, 610. — Voir *Prix.*

D.

Discours. — Discours prononcés : 1° lors de l'inauguration du buste de Rubens, à Anvers, par M. Alvin, 259; 2° à la séance publique de la classe des beaux-arts, par le même, 281, 283; 3° à l'inauguration du Palais des Académies : *a*, par M. le Ministre de l'Intérieur, 860; *b*, par M. Alvin, 862; *c*, par M. Soupart, 865; *d*, par M. Maus, 868; 4° au banquet d'installation des Académies : *a*, toast au Roi, par M. Alvin, 886; *b*, remercîments de S. M., 887; *c*, toast aux deux Académies, par M. le Ministre de l'Intérieur, 887; *d*, toast à MM. le Ministre de l'Intérieur et des Travaux publics, par M. Soupart, 890; discours prononcé aux funérailles de M. le baron Guillaume, par M. Wauters, 827.

Dons. — Ouvrages par MM. : le Ministre de l'Intérieur, 2, 104, 118, 240, 258, 314, 400, 444, 454, 816; P.-J. Van Beneden, 3; Capellini, 3, 316; Cornet, 3, 655; Loise, Richardson, 105; le rajah Sourindro Mohun Tagore, 110; Graindorge, Falisse, Schlaginweit-Sakunlunski, Cogniaux, 118; Warlomont, 119; comtesse de Sellon, 240; Potvin, 240, 402; Giovanni, 241 ; Orsoni, 249 ; Génard, 249, 444; Marchal, 258; Adan, Ministre de l'Instruction publique de France, 314; Berliner, Bessels, Gosselet, Lagrange, 315; Capellini, Antoine, Ericsson, Sang, 316; J. Nolet de Brauwère Van Steeland, Wagener, Scheler, 401 ; S. Bormans, 401, 611; Brassart, Peigné-Delacourt, Saripolos, 402; J. Sabbe, 444; de Koninck, Morren, 454; Henry, Petermann, Cocheteux, Bouvet, Du Moulin, Fredericq, Mac-Leod, 455; Kervyn de Lettenhove, 240, 611, 816; Gachard, Vandenpeereboom, Chalon, Carrara, Deschamps, 611; Melsens, 655, 817, 844; Crépin, Briart, 655; Caffiaux, baron de Witte, Lenormant, Van Bemmel, 816; Rivier, Bastin, 817. — Médailles par M. le Ministre de l'Intérieur, 249; par l'Université d'Upsal, 654.

E.

Élections et nominations. — Réélection des membres des Commissions spéciales des finances. Classe : des sciences, 666; des lettres, 818; des beaux-arts, 844; M. Pauli, élu membre de la Commission chargée de tout ce qui concerne les grands concours artistiques du Gouvernement; 110; M. Faider élu membre de la Commission administrative, 818; M. Heremans élu membre de la Commission de la Biographie nationale, ibid.; résultat des élections dans la classe des sciences, 884.

G.

Géologie. — Sur le calcaire devonien supérieur dans le N. E. de l'arrondissement d'Avesnes; lettre de M. J. Gosselet, 398.
Voir *Minéralogie.*
Gravure. — Communication de M. Alvin sur les gravures à exposer à Anvers, lors du 3e centenaire de Rubens, 111.
Voir *Concours* (*prix de Rome*).

H.

Histoire. — M. Paillard présente un travail concernant Pierre Brully, successeur de Calvin comme pasteur de l'église française de Strasbourg, 402; lecture des rapports de MM. Gachard, Juste et Wauters, 818; la compétence du Sénat de la république romaine en matière d'affaires étrangères, par M. P. Willems, 613.
Voir *Bibliographie.* (Notes de MM. Potvin et baron Kervyn de Lettenhove.)
Histoire littéraire. — M. Loise présente un travail intitulé : La littérature allemande au XVIIe siècle, etc., 402.
Histologie. — M. Leboucq présente un travail sur l'évolution du cartilage embryonnaire chez les mammifères, 318; rapport de MM. Ed. Van Beneden, Schwann et Gluge, 457, 459; impression, 561; M. le Dr Lambert présente un travail intitulé: Morphologie du système dentaire des singes, 317; lecture des rapports de MM. Van Beneden et de M. F. Plateau, 456; développement embryonnaire des Téléostéens, par M. Éd. Van Beneden, 462, 742; contribution à l'étude du développement embronnyaire des poissons osseux, lecture par M. Éd. Van Beneden, 462.

J.

Jurisprudence. — M. P. De Cross adresse un mémoire intitulé: Étude juridique sur la procédure civile au XVIIe siècle, etc., 402; lecture des rapports de MM. Rivier, Faider et Leclerq, 818; M. Lubavsky présente un travail concernant la statistique du droit civil, 402; études sur l'histoire du droit criminel de la France, par M. J.-J. Thonissen, 406
Voir *Bibliographie.* (Notes de M. Thonissen.)

M.

Mathématiques pures et appliquées. — Rapports de MM. Van der Mensbrugghe, Catalan et De Tilly sur un travail de M. Lagrange intitulé : De l'influence de la forme des corps sur l'attraction qu'ils exercent, 5, 10, 11; impression du travail, 23; M. Lagrange présente un travail concernant les mouvements astronomiques, 317; M. Le Paige présente les travaux suivants concernant : 1° quelques points de géométrie supérieure, 119; rapport de MM. Folie et Catalan, 127, 128; impression, 231; 2° l'invariant quadratique simultané de deux formes binaires, 317; rapport de MM. Folie et Catalan, 319, 322; impression, 365; rapport des mêmes commissaires sur un travail du même auteur concernant les théories de l'involution et de l'homographie, 460, 462; impression, 546; rapports de MM. Catalan, Folie et De Tilly sur une note de M. Mansion concernant une équation différentielle de Jacobi, 120, 126, 127; impression de cette note avec addition, 195, 212; lecture des rapports des mêmes commissaires : sur une note de M. Escary concernant la fonction $P\frac{(n)}{l}$ de Lamé, 127; M. Ghysens présente les travaux suivants : 1° concernant les sous-normales polaires et la courbure des surfaces, 4; lecture des rapports de MM. Catalan, De Tilly et Folie, 127; impression du travail, 220; 2° la détermination des volumes et des aires, 317; rapport de MM. Catalan et de Tilly, 456, 457; impression, 532; théorème d'algèbre, par M. Catalan, 194; M Catalan présente une note concernant la théorie des moindres carrés, 317; un nouveau principe de probabilités, par M. E. Catalan, 465; M. Boset présente un travail concernant les courbes et surfaces focales, 456; rectification à ma note sur l'Évolution et suite à cette note, par M. Folie, 181, 182; extension de la notion du rapport anharmonique. Définition de ce rapport pour le n^e ordre en général : son utilité dans l'étude des courbes et surfaces supérieures par M. Folie, 469; lettre de M. Chasles relative à une communication de M. Saltel sur la théorie des deux caractéristiques, 636; observations de MM. Folie, Catalan et Chasles relatives à la lettre précitée, 660, 661, 662, 849; M. Sautreaux-Félix présente une note concernant deux théorèmes de géométrie de l'espace, 850.

Météorologie et physique de globe. — M. E. Bessels communique, par circulaire, le résultat de ses recherches sur la pression atmosphérique, 315; observations des étoiles filantes du mois d'août 1877 ; communication de M. J. Houzeau, 365.

Minéralogie.—M. de Koninck (fils) présente deux notices concernant : l'une, la kaolinite de Quenast, et l'autre, l'apatite cristallisée, 317, 655; rapports de MM. Malaise, Mourlon, Melsens et Cornet, 689, 690, 691; impression 735, 740; découverte de l'apatite cristallisée à Salm-Château, extrait d'une lettre de M. Pisani à M. Malaise, 709.

Musique.— Rapports de MM. le chev. L. de Burbure, Gevaert et Fétis sur le mémoire de concours concernant l'histoire de la typographie musicale dans les Pays-Bas, 272, 275.

N.

Nécrologie. — Annonce de la mort de M. Parlatore, 315; de M. Le Verrier, 314; de M. Thiers, 400, 815; de M. J.-F.-A. Bovy, 445; de M. le baron Guillaume, 644, 815.

Notices biographiques pour l'Annuaire. — Lecture par M. Stecher de sa notice sur feu Grandgagnage, 405; M. Wauters accepte de rédiger pour l'Annuaire la notice biographique de M. le baron G. Guillaume, 816.

O.

Ouvrages présentés. — Juillet, 111; août, 250, septembre-octobre, 445; novembre, 645; décembre, 895.

P.

Peinture. — Communication de MM. Alvin et De Keyser relative à un tableau de Rubens, 111; rapports de MM. Alvin, Siret et Slingeneyer sur le mémoire de concours concernant les influences subies par P. P. Rubens et A. Van Dyck pendant leur séjour en Italie, 265, 270, 271.

Physiologie. — Rapports de MM. Melsens et Schwann sur un travail de M. Fredericq concernant la coagulation du sang, 12, 16; impression de la 1re partie de ce travail, 56; MM. Putzeys et Romiée présentent un travail concernant l'action physiologique de la gelsémine, 455.

Physique. — M. A. Brachet présente les travaux suivants concernant : 1° un compteur électrique, 4; lecture du rapport de MM. Montigny et Duprez, 318; 2° le pouvoir pénétrant des objectifs à immersion, 655; sur un effet singulier du courant électrique, par M. Valérius, 102; M. Baraquin présente un travail intitulé : Innovations industrielles, 317; MM. J. Delbœuf et W. Spring présentent un travail concernant le daltonisme, 455; mouvement des bulles d'air dans les niveaux et des bulles vaporeuses dans les enclaves liquides des minéraux, par M. G. Van der

Mensbrugghe, 336; M. Plön présente un travail concernant le mouvement vertical de l'aérostat, 655; note de M. Melsens relative à son travail concernant les paratonnerres établis sur l'Hôtel de Ville de Bruxelles, en 1865, 662.

Poésie. — De klokke Roeland (La cloche Roland), cantate couronnée, par M. J. Sabbe, avec traduction par M. J. Guilliaume, 300, 306.

Prix de Rome. — Demande, par M. le Ministre de l'Intérieur, d'un programme pour les lauréats des concours de gravure, 444.

Prix Guinard. — Arrêté royal ouvrant le 2e concours, 239; formation du jury, 314, 403, réception des mémoires et des communications, 401.

Prix Teirlinck. — Question pour la 1re période du concours, 108.

Publications académiques. — Demande d'échange de publications, 2, 849.

R.

Rapports. — Rapports sur les travaux suivants concernant : l'influence de la forme des corps sur l'attraction qu'ils exercent (M. Lagrange), 5, 10, 11; la coagulation du sang (M. Fredericq), 12, 16 ; une équation de Jacobi (M. Mansion), 129, 126, 127; quelques points de géométrie supérieure (M. C. le Paige), 127, 128; l'invariant quadratique simultané de deux formes binaires (M. Le Paige), 319, 322; l'extension des théories de l'involution et de l'homographie (M. Le Paige), 460, 462; les enduits, engobes, etc., des poteries romaines (M. Van Bastelaer), 241, 244; le 9e rapport semestriel du lauréat Cuypers, 259; le 3e rapport semestriel du lauréat Lauwers, 263; les mémoires de concours sur : 1° les influences subies par P. P. Rubens et A. Van Dyck pendant leur sejour en Italie, 263, 270, 271; 2° l'histoire de la typographie musicale dans les Pays-Bas, etc., 272, 273; 3° les substances albuminoïdes, 667, 674, 675; 4° une monographie des Laminariacées, 675, 680, 681, 850; un compteur électrique (M. Brachet), 318; un vernis au collodion (M. Brachet). 456; l'histoire du sucre (M. Motteu) 318; le système dentaire des singes (M. Lambert), 456; la détermination des volumes et des aires (M. Ghysens), 456, 457; le cartilage embryonnaire chez les mammifères (M. Lebouсq), 457, 459; le développement du maxillaire inférieur de l'homme (M. Masquelin), 459; la kaolinite de Quenast et l'apatite cristallisée (M. de Koninck), 689, 691; les Acinétiniens de la côte d'Ostende (M. Fraipont), 692, 693; Pierre Brully (M. Paillard), 818; l'Ancien droit belgique XVIIe siècle (M. De Cross), 819; fouilles effectuées à Laeken et à Assche (MM. Galesloot et Crick), 819, 823, 824.

S.

Sculpture. — Voir *Concours (prix de Rome)*.

Statistique. — Voir *Législation.*

Z.

Zoologie — Structure de l'appareil digestif et phénomènes de la digestion chez les aranéides dipneumones, par M. F. Plateau, 129, 323, 477 ; note additionnelle au mémoire sur les phénomènes de la digestion chez les insectes, par le même, 710 ; M. Masquelin présente un travail concernant le developpement du maxillaire inférieur de l'homme, 456 ; rapport de MM. Éd. Van Beneden et Van Bambeke, 459 : impression, 589 ; M. Fraipont présente des travaux concernant les Acinétiniens de la côte d'Ostende, 455, 850 ; rapports de MM. P.-J. Van Beneden, F. Plateau et Van Bambeke, 692, 693, 694 ; impression, 770 ; note sur un cachalot nain du crag d'Anvers, par M. P. J. Van Beneden, 851. — Voir *Histologie.*

TABLE DES PLANCHES.

Page 178. Appareil digestif des aranéides dipneumones.
— 353. id. id.
— 531. id. id. (observations et expériences sur la digestion).
— 588. Cartilage embryonnaire chez les mammifères.
— 739. Kaolinite (PHOLÉRITE) de Quenast et du terrain houiller.
— 769. Développement embryonnaire des Téléostéens.
— 814. Acinétiniens de la côte d'Ostende (OPHRYODENDRON BELGICUM).
— id. id. (ACINETA DIVISA).
— 856. Mandibule de PHYSETERULA DUBUSII.

ERRATA.

Page 110, ligne 13, au lieu de : *Sourindo*, lisez : *Sourindro*.
— 22, ligne 2, dernier §, au lieu de : *kaolinite écailleux*, lisez : *kaolinite écailleuse*.
— 129, ligne 2, premier §, *ibid.* *ibid.*
— 465, ligne 8, au lieu de : *isolés*, lisez : *isolées*.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

Nouveaux Mémoires, tomes I-XIX (1820-1845); in-4°. — **Mémoires**, tomes XX-XL; tome XLI, 1re et 2e parties (1846-1875); in-4°. — Prix : 8 fr. par vol. à partir du tome X.

Mémoires couronnés, tomes I-XV (1817-1842); in-4°. — **Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers**, tomes XVI-XXXVIII; tome XXXIX, 1er et 2e fasc.; tome XL; tome XLI, 1er fasc. (1843-1876); in-4°. — Prix : 8 fr. par vol. à partir du tome XII.

Mémoires couronnés, in-8°, tomes I-XXVII. — Prix : 4 fr. par vol.

Tables des Mémoires (1816-1857). In-18.

Annuaire, 1re à 44me année, 1835-1878; in-18. Fr. 1,50.

Bulletins, 1re série, tomes I-XXIII; — 2me série, tomes I-XLIV; in-8°. — **Annexes** aux *Bulletins* de 1854, in-8°. — Prix : 4 fr. par vol.

Tables générales des Bulletins : tomes I-XXIII, 1re série (1832-1856). 1858, in-8°. — 2me série, tomes I-XX (1857-1866). 1867; in-8°.

Bibliographie académique. 1854; 1 vol. in-18. — 1874; 1 vol. in-18.

Catalogue de la bibliothèque de l'Académie. 1850; in-8°.

Catalogue de la bibliothèque de M. le baron de Stassart. 1865; in-8°.

Centième anniversaire *de fondation* (1772-1872). 1872; 2 vol. gr. in-8.

Commission pour la publication des monuments de la littérature flamande.

OEuvres de Van Maerlant : DER NATUREN BLOEME, tome Ier, publié par M. J. Bormans, 1857; 1 vol. in-8°; — RYMBYBEL, avec Glossaire, publié par M. J. David, 1858-1860; 4 vol. in-8°; — ALEXANDERS GEESTEN, publié par M. Snellaert, 1860-1862; 2 vol. in-8°. — **Nederlandsche gedichten**, etc., publiées par M. Snellaert, 1869; 1 vol. in-8°. — **Parthonopeus van Bloys**, publié par M. J. Bormans, 1871; 1 vol. in-8°. — **Speghel der Wysheit**, van Jan Praet, publié par M. J. Bormans. 1872; 1 vol. in-8°.

Commission pour la publication d'une collection des œuvres des grands écrivains du pays.

OEuvres de Chastellain, publiées par M. Kervyn de Lettenhove. 1863-1865, 8 vol. in-8°. — **Le 1er livre des Chroniques de Froissart**, publié par le même. 1863, 2 vol. in-8°. — **Chroniques de Jehan le Bel**, publiées par M. Polain. 1863, 2 vol. in-8°. — **Li Roumans de Cléomadès**, publié par M. Van Hasselt. 1866, 2 vol. in-8°. — **Dits et contes de Jean et Baudouin de Condé**, publiés par M. Auguste Scheler. 1866, 3 vol. in-8°. — **Li ars d'amour**, etc., publié par M. J. Petit. 1866-1872, 2 vol. in-8°. — **OEuvres de Froissart** : *Chroniques*, publiées par M. Kervyn de Lettenhove. 1867-1877, 26 vol. in-8°; — *Poésies*, publiées par M. Scheler. 1870-1872, 3 vol. in-8°; — *Glossaire*, publié par le même. 1874, un vol. in-8°. — **Lettres de Commines**, publiées par M. Kervyn de Lettenhove. 1867, 3 vol. in-8°. — **Dits de Watriquet de Couvin**, publiés par M. A. Scheler. 1868, 1 vol. in-8°. — **Les Enfances Ogier**, publiées par le même. 1874, 1 vol. in-8. — **Bueves de Commarchis**, par Adenès li Rois, publié par le même. 1874, 1 vol. in-8°. — **Li Roumans de Berte aus grans piés**, publié par le même. 1874, 1 vol. in-8°. — **Trouvères belges du XIIe au XIVe siècle**, publiés par le même. 1876, 1 vol. in-8°. — **Li Bastars de Bullion**, publié par le même. 1877, 1 vol. in-8°. — **Récits d'un Bourgeois de Valenciennes (XIVe siècle)**, publiés par M. le baron Kervyn de Lettenhove. 1877, 1 vol. in-8°.

Commission royale d'histoire.

Collection de Chroniques belges inédites, publiées par ordre du Gouvernement; 50 volumes in-4°.

Comptes rendus des séances, 1re série, avec table (1837-1849), 17 vol. in-8°. — 2me série, avec table (1850-1859), 13 vol. in-8°. — 3me série, avec table (1860-1872), 15 vol. in-8°. — 4me série, tomes I, II, III, IV (1873-1877).

Annexes aux *Bulletins*, 13 volumes in-8°.

Commission pour la publication d'une Biographie nationale.

Biographie nationale, t. I à VI, 1re part. Bruxelles 1866-1877; gr. in-8°.

3 2044 093 256 808